



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO DEMOGRÁFICO DE *Liomys pictus* EN UNA ZONA CONSERVADA Y UNA PERTURBADA DE BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO EN EL ESTADO DE OAXACA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G A

P R E S E N T A:

GABRIELA PÉREZ IRINEO



DIRECTOR DE ESTUDIOS DE TESIS:
DR. MIGUEL ANGEL BRIONES SALAS



2004
FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito: Estudio demográfico de *Liomys pictus* en una zona conservada y una perturbada de Bosque Tropical Caducifolio en el Estado de Oaxaca.

realizado por Gabriela Pérez Irineo

con número de cuenta: 9306467-5, quien cubrió los créditos de la carrera de: Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Dr. Miguel Angel Briones Salas

Propietario

M. en C. Livia León Paniagua

Propietario

M. en C. Guillermo Pérez Saldaña

Suplente

M. en C. Yolanda Hortelano Moncada

Suplente

M. en C. José Antonio Santos Moreno

FACULTAD DE CIENCIAS

Consejo Departamental de BIOLOGIA

M. en C. ~~JUAN MANUEL RODRIGUEZ CHAVEZ~~



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGIA

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas las personas que participaron de una u otra manera en la elaboración de este trabajo que representa la finalización de una etapa más de mi vida personal y académica.

En particular a las Instituciones que se vieron involucradas como el Laboratorio de Vertebrados Terrestres del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral, **CIIDIR-IPN**, Unidad Oaxaca, quienes prestaron las instalaciones para la realización de este trabajo.

A los proyectos: "Conocimiento, capacitación y difusión sobre el manejo de fauna silvestre en las áreas comunitarias protegidas de la Costa y Sierra Norte de Oaxaca " (convenio QQ82) y "Capacitación para la conservación de los mamíferos de la selva seca de la costa de Oaxaca" (convenio S 069) del **Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF)**;

Al proyecto: "Diversidad, distribución y conservación de los mamíferos de la selva seca de la costa de Oaxaca" del Sistema de Investigación Benito Juárez (**SIBEJ**) con clave 20000506024;

"Diversidad, distribución y conservación de los mamíferos de la selva seca de la costa de Oaxaca" de la Coordinación General de Estudios de Posgrado e Investigación de IPN (**CGEPI**), con clave 2000328, quienes brindaron su apoyo económico y logístico.

A la **Facultad de Ciencias, UNAM**, donde he concluido mi formación académica en la ciencia de la Biología, la cual me ha brindado la satisfacción de introducirme a la naturaleza.

Al dueño del Rancho Zimatán, en Oaxaca Raúl Ricardez Carreon y la señora Amelia López Jiménez, por todas sus atenciones durante nuestra estancia en este lugar.

Al Dr. Miguel A. Briones por su tutoría en este trabajo y por lo mucho que aprendí a lo largo de este tiempo, así como haberme dado la oportunidad de conocer la belleza natural de Oaxaca, y al M. en C. José Antonio Santos por apoyarme en el conocimiento y manejo de los roedores en campo.

Así mismo quiero agradecer a mis sinodales por sus sugerencias en la elaboración de este trabajo: M. en C. Yolanda Hortelano Moncada, M. en C. Guillermo Pérez Saldaña, M. en C. Livia León Paniagua y M. en C. José Antonio Santos Moreno.

De manera personal quiero reconocer la labor de mis compañeros: Emmanuel Villanueva, Erendira Arellanes, Maribel Martínez, Maria Delfina Luna, Yuri Hernández, Antonio Santos y Sandra Zarate, quienes me han ayudado de muchas maneras en este trabajo, y por supuesto a Sol, por ser un gran apoyo para mí, en las buenas y en las malas, en lo personal y en el trabajo.

Todas estas personas hemos compartido momentos agradables y emocionantes a lo largo de poco más de dos años, tenemos una serie de anécdotas que contar, cada una de las cuales estarán presentes en el maravilloso mundo del recuerdo.

Quiero agradecer con todo mi corazón a mi familia quienes han hecho todo posible que yo pueda continuar con esta parte de mi vida.

Gracias por su apoyo, comprensión y fe que han puesto en mí.

INDICE

❖	INTRODUCCION	1
➤	Ecología de poblaciones	2
➤	Estudio de la demografía en roedores	4
❖	BIOLOGÍA DE LA ESPECE	6
❖	ANTECEDENTES	7
❖	OBJETIVOS	10
❖	AREA DE ESTUDIO	11
❖	METODOS	13
❖	RESULTADOS	
➤	Estructura de la comunidad	16
➤	Índice de trampeo	16
➤	Densidad poblacional	16
➤	Estructura de edades	18
➤	Proporción de sexos	24
➤	Actividad reproductiva	27
➤	Reclutamiento	31
➤	Residencia	34
➤	Biomasa	35
❖	DISCUSION	
➤	Densidad poblacional	38
➤	Estructura de edades	42
➤	Proporción de sexos	44
➤	Actividad reproductiva	46
➤	Reclutamiento	48
➤	Residencia	50
➤	Biomasa	51
❖	CONCLUSIONES	54
❖	LITERATURA CITADA	56

ESTUDIO DEMOGRAFICO DE *Liomys pictus* EN UNA ZONA CONSERVADA Y UNA PERTURBADA DE BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO EN EL ESTADO DE OAXACA.

Resumen

Con el objetivo de conocer los efectos de la perturbación sobre las poblaciones de pequeños mamíferos de un bosque tropical caducifolio se realizó un estudio poblacional en la zona costera de Oaxaca, con *Liomys pictus*, ya que es uno de los roedores más abundantes en este tipo de ambiente vegetal. Para comparar las variables poblacionales y reproductivas se establecieron dos cuadrantes en un área conservada y dos cuadrante en una zona perturbada, cada uno con 66 estaciones de trapeo, cubriendo un área de 0.5 ha. Se empleo el método de captura – recaptura, los animales capturados fueron marcados por la técnica de ectomización de falanges. Se registró una densidad poblacional significativamente menor en la zona conservada (28 a 106 ind./ha) en comparación con el área perturbada (54 a 142 ind./ha). La densidad poblacional para ambas zonas aumento durante la temporada de lluvias que coincide con la mayor entrada de reclutamiento de adultos para ambas áreas de estudio. La actividad reproductiva se presento durante las tres temporadas del año (dos de secas y una de lluvias), de manera continua para la zona perturbada y para la zona conservada se presentó de una forma espaciada; la población para ambos lugares se compone en su mayoría de hembras inactivas. Los machos activos estuvieron arriba del 70% para ambas zonas de estudio, registrando los picos máximos durante la temporada de lluvias. La proporción de sexos en la zona conservada es de 1:1 mientras que en la zona perturbada es 1:0.75, sesgada significativamente hacia las hembras. Arriba del 70% de los individuos capturados tuvieron una residencia de un mes dentro de cada sitio; fueron pocos los individuos que alcanzaron el año de permanencia con el 1% en los lugares de muestreo, en su mayoría hembras, una de las cuales alcanzo los 14 meses de permanencia dentro de la zona perturbada. El peso promedio corporal de las hembras con 47.83 g en la zona conservada y de 40.7 g para la zona perturbada, a pesar de que se alcanzaron mayores valores poblacionales en esta ultima zona. Los machos de la zona perturbada tuvieron un peso de 45.11 g mientras que los del área conservada fue de 45.8 g. El cambio entre las temporada de lluvias y seca en la zona conservada influye sobre la proporción de sexos, densidad poblacional (mayor en la temporada de lluvias) y actividad reproductiva de hembras y para la zona perturbada influye en la densidad poblacional (mayor en la temporada de lluvias), en la proporción de sexos y actividad reproductiva de machos. En la zona perturbada se encontró una mayor densidad poblacional y actividad reproductiva de las hembras en comparación con el lugar conservado, posiblemente relacionados con la disponibilidad del alimento y la estructura del hábitat.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los países más diversos en cuanto a flora y fauna se refiere, alberga el 10% de la biodiversidad terrestre del planeta. Gran parte de su diversidad ha sido causada por la variedad de su fisiografía, hábitats y climas (Flores, 1988; Toledo, 1988; Mittermeier, 1992; Rzedowski, 1992; Arita, 1993) tiene representados todas las comunidades vegetales debido a que se registran los cuatro tipos de bosques: perennifolio, subcaducifolio, caducifolio y espinoso (Rzedowski, 1986 1991; Ramírez-Pulido, 1987;).

La gran tasa de deforestación en los bosques tropicales caducifolios de México se encuentra estimada en un 2% al año, lo que provoca una gran pérdida, no solo a nivel de vegetación sino también en la fauna que lo habita y en sus interacciones ecológicas (Dirzo, 1992; Ceballos y García, 1995).

Por un lado, la modificación en la estructura vegetal afecta las poblaciones animales ya que hay pérdida de las zonas de refugio y zonas de alimentación según sea el caso (Dunstan y Fox, 1996); por otra parte, el cambio en las poblaciones de los animales a causa de la fragmentación en el ambiente puede modificar los patrones ecológicos entre las especies vegetales y animales que habitan dentro de los bosques tropicales (Ceballos y García, 1995; Chiarello, 2000; Malcom y Ray, 2000).

En estudios sobre los efectos que tiene la perturbación del hábitat sobre la estructura de las comunidades y en las poblaciones de las diferentes especies que la componen, se ha encontrado que las consecuencias son especie-específicas, es decir, cada especie responde de manera particular ante los efectos de la perturbación, obteniendo una variedad de resultados dentro de las poblaciones de las muy diversas zonas de estudio. Algunos estudios han encontrado que la perturbación, traducida en transformación del medio en cultivos, lugares de pastoreo, quema o tala de madera, reduce el número de especies dentro de las comunidades conforme aumenta el grado de perturbación de las zonas con igualdad de condiciones climáticas y fenológicas en

comparación con otras menos perturbadas, en donde hay más riqueza o abundancia en las especies de pequeños mamíferos (Bolger, *et al*, 1997; Lynam, 1997; Laidlaw, 2000; Sánchez-Hernández, *et al*, 2001).

Así mismo, se ha observado que dentro de comunidades de mamíferos, algunas especies son más sensibles a la perturbación del ambiente, algunas más se ven beneficiadas con las modificaciones, mostrando altas abundancias pero con poca estabilidad en sus poblaciones (Adler, *et al*, 1997).

También se ha encontrado que las habilidades morfológicas o fisiológicas, junto con los requerimientos de la especie al medio en que habitan, influyen en la densidad poblacional en las zonas perturbadas (Laurance, 1990; Nupp y Swihart, 1998, 2000; Waters, y Zabel, 1998; Lynam y Billick, 1999; Cuarón, 2000; Kelt, 2000; Laidlaw, 2000), así mismo se han visto cambios en otros parámetros poblacionales como proporción de sexos, biomasa y residencias o preferencia del hábitat (Nup y Swihart, 1996; Vázquez, *et al*, 2000).

Ecología poblacional

Dentro de las selvas tropicales, hay un gran número de interacciones ecológicas importantes en la estructura de las comunidades y poblaciones vegetales y animales. Las interacciones entre plantas y animales por un lado, influyen en las características vegetales (aroma, color y tamaño de las semillas y frutos, así como en su toxicidad), distribución y abundancia espacial de las plantas manteniendo bajas las densidades de las distintas especies y proporcionando una mezcla de condiciones para el establecimiento de plantas jóvenes (Oyama y Espinoza, 1986) ya que los animales son importantes agentes polinizadores, dispersores y depredadores de follajes, frutos y semillas que son producidos por las plantas; por su parte, los animales encuentran alimento, áreas de refugio, descanso y zonas de reproducción (Janzen, 1971; Fleming, 1975; Janzen, 1983;)

Los recursos alimenticios, la disponibilidad de refugios, la depredación, así como la estructura del hábitat y las condiciones ambientales estacionales (clima, temperatura y precipitación), son

algunos factores que influyen sobre la composición de las comunidades y en los patrones demográficos y los ciclo reproductivos de las poblaciones de mamíferos (Fleming, 1975; Krebs, 1985; August, 1983; Adler, 1986; O'Connell, 1989)

A su vez, la dinámica de las comunidades vegetales dentro de los bosques tropicales depende en gran parte de los patrones de dispersión y depredación de sus semillas producidas, a través de los mamíferos, incluyendo a los roedores (Janzen, 1971,1983, 1986; Fleming, 1975)

En particular, en zonas con estacionalidad climática como la selva seca o bosque tropical caducifolio, la disponibilidad del recurso alimenticio se encuentra influenciada por la periodicidad de la precipitación, afectando las dinámicas poblacionales de los mamíferos y en particular de los roedores (Fleming, 1975; Dirzo y Domínguez, 1995).

Los fuertes cambios estacionales fenológicos, físicos y climáticos de los bosques tropicales secos o caducifolios influyen sobre las condiciones microclimáticas de los hábitats y sobre la productividad de las plantas (Bullock y Solís-Magallanes, 1990). Los animales que viven en estos lugares se han adaptado a estos cambios extremos. Las estrategias para afrontar esta variación incluyen cambios en el patrón de actividad, en las dietas, adaptaciones fisiológicas a la escasez de agua, así como especializaciones conductuales en la acumulación estacional de alimentos por parte de los animales (Ceballos, 1990, 1995; French, 1993; Jenkins y Breck, 1998).

Estos cambios fenológicos también tienen efectos sobre el incremento en la densidad poblacional y los periodos de reproducción que llegan a coincidir con los periodos de alta disponibilidad del recurso alimenticio en diversas especies de pequeños mamíferos (O'Connell, 1989; Ceballos, 1995).

Los roedores del genero *Liomys*, que pertenecen a la familia de los heterómidos, tienen una serie de características, fisiológicas, conductuales y morfológicas. Una de ellas son los abazones, donde guardan y transportan una gran variedad de semillas (Bonoff y Janzen, 1980; Domínguez, 2000; Hernández, 2000), de igual forma, su habilidad para mantener sus poblaciones en época de

seca y soportar la escasez de agua y alimento (French, 1993), además de su abundancia dentro de estos bosques, por lo que es un buen modelo para este estudio demográfico dentro del Bosque Caducifolio.

Tomando en cuenta que 1) el estado de Oaxaca abarca casi un 30% de su cobertura estatal de bosque tropical caducifolio, parte del cual aún se encuentra en buen estado de conservación, 2) siendo que las especies de *Liomys* son los más abundantes de este tipo de ambiente y 3) no hay estudios previos sobre el efecto de la perturbación del ambiente sobre la demografía poblacional de *L. pictus* en Bosques Caducifolios el estado de Oaxaca, cabe preguntarse ¿cómo es la dinámica poblacional de *Liomys pictus* en el estado de Oaxaca?, ¿cómo es la interacción entre estas poblaciones y las características ambientales propias de Bosque tropical caducifolio en este estado?, y por otro lado, ¿cómo se ven afectadas estas poblaciones cuando se perturba el ambiente particular en que viven?; este tipo de roedores es muy importante para las selvas y su estado de conservación, pero si se ve alterada su dinámica poblacional, ¿cómo influyen estos cambios ecológicos en la regeneración de las selvas y por tanto, en otros animales que la habitan?

Estudio de la demografía en roedores

Los estudios demográficos con pequeños mamíferos, permiten la relativa facilidad de obtener una variedad de datos sobre las poblaciones y, dado que generalmente no es posible realizar censos directos en las mismas, se emplean métodos indirectos como son los modelos matemáticos, para estimar el tamaño de las poblaciones.

Hay diferentes métodos para establecer el tamaño de las poblaciones, pero se engloban en un nombre genérico conocido como métodos de captura – recaptura, dentro del cual se encuentran tres grupos que van de acuerdo con los supuestos que maneja cada uno de ellos:

A). Modelos de Poblaciones Demográficamente Cerradas: donde no hay pérdidas (muertes y emigraciones) o ganancias (nacimientos o inmigraciones) en la población durante los periodos de

muestreo, además, todos los individuos deben tener la misma probabilidad de captura sin ser afectada por el marcaje o las trampas; en general, estos modelos muestran una visión instantánea del tamaño poblacional en el tiempo y espacio, considerado ideal para cuando el tiempo entre las ocasiones de muestreo es corto. Algunos modelos son el Índice de "Lincoln-Petersen", que es para poblaciones sin ganancias ni pérdidas, es aplicable cuando hay una sesión de marcaje y una recaptura o para pocas sesiones; El "Petersen modificado", diseñado para cuando el número de recapturas es menor a diez individuos por periodo de colecta, de lo contrario subestima el tamaño de la población, así como para cuando hay pocas sesiones de trampeo; "método binomial de Schnabel", o "media Ponderada", que requiere de varias ocasiones de marcaje y recaptura, no es aplicable cuando solo hay dos noches de trampeo, pero sirve cuando hay pocas capturas; "método de regresión de Hayne", requiere de varias sesiones de trampeo, pues cuando no es así se sobreestima la población, no aplicable cuando solo hay dos noches de trampeo.

B). Modelos de Poblaciones Demográficamente Abiertas: donde se asume que puede haber ganancia o pérdidas de individuos en la población durante los periodos de muestreo; son modelos matemáticamente más complejos y permite el cálculo de tasas de inmigración, emigración o sobrevivencia. Algunos más utilizados son el modelo de "Fisher-Ford", que requiere de varias sesiones de trampeo, marcaje y recaptura, permite el cálculo de las tasas de pérdidas o ganancias y de sobrevivencia, la cual se toma como constante, que no siempre son aplicables a poblaciones reales por lo que influye en la estimación, es eficaz cuando hay pocos datos de recaptura; modelo de "Jolly-Seber", que tiende a dar una sobreestimación de la población cuando el tamaño poblacional es pequeño, permite una tasa de sobrevivencia aleatoria y cambiante de un día a otro, por lo que es aplicable a poblaciones reales, permite la entrada y salida de individuos solo una vez a la población.

C). Método de enumeración, que consiste en conteos progresivos de los individuos que se capturan y recapturan, el más utilizado es el Método del Número Mínimo de Individuos Vivos (NMIV) de Krebs (1966), da una estimación adecuada aún cuando los índices de trampeo son del

50%, si bien no es un modelo propiamente dicho, es uno de los métodos más utilizados en estudios poblacionales.

Algunos de estos métodos y modelos han sido más utilizados que otros debido a las respuestas particulares de cada especie en las diferentes zonas de estudios (Magaña, 1987; Begon, 1986; Sánchez- Cordero, *et al*, 1997).

BIOLOGIA DE LA ESPECIE

Los miembros del genero *Liomys* se encuentran distribuidos a lo largo de la costa pacifica de México, desde Sonora hasta Chiapas y costa sur de Veracruz. Pueden encontrarse en una variedad de hábitats desde zonas desérticas y matorral xerófilo al norte de México hasta zonas de Selva baja, además de bosques templados (pino-encino) en Guerrero y Oaxaca (McGhee y Genoways, 1978; Hall, 198).

L. pictus tiene hábitos nocturnos, territoriales, agresivos y solitarios, solo se reúnen en grupos cuando es época reproductiva. Se reproducen varias veces al año, con camadas de 2 a 6 individuos por parto, pero más frecuentemente de 3 crías, con un periodo de gestación de 24 a 26 días (Ceballos y Miranda, 1986; McGhee y Genoways, 1978).

De hábitos en su mayoría granívoros, pueden incluir en su dieta insectos y moluscos que constituyen el 1% de su alimentación. Tienen la conducta de transportar una gran variedad de semillas, principalmente de árboles y enredadera, dentro de un par de invaginaciones en la piel llamadas abazones (Mendoza, 1997; Hernández, 2000).

El cuerpo y cola son aproximadamente del mismo tamaño, la coloración del pelaje es pardo amarillento en el dorso y blanco o crema en el vientre. La cola es oscura en el dorso y clara en la parte ventral y esta cubierta de pelo. El pelaje consiste de pelo espinoso y rígido mezclado con pelo suave y delgado, con presencia de línea lateral; el pelaje de los individuos jóvenes es grisáceo y consiste de pelos delgados y suaves (McGhee y Genoways, 1987; Hall, 1981).

Mide de 183 a 294 mm de longitud total; de 91 a 186 mm de largo de la cola y de 22 a 36 mm de la pata; la longitud del cráneo es de 26 a 36.7 mm. Su fórmula dental es incisivos 1/1, caninos 0/0, premolares 1/1, molares 3/3 = 20. Tienen dimorfismo sexual donde los machos son más grandes que las hembras (Collett, *et al*, 1975; Hall, 1981).

Se conocen cuatro subespecies para *Liomys pictus*: *L. p. annectens*, *L. p. hispidus*, *L. p. pictus* y *L. p. plantinarenensis*, distinguiéndose entre si por el tamaño, coloración y por la distribución. En el estado de Oaxaca, se encuentra *L. p. pictus* y *L. p. annectens*, el primero se localiza a lo largo de la costa y es de tamaño mediano a grande, el segundo se encuentra en altiplanicies y se caracteriza principalmente por ser de gran tamaño tanto de cuerpo como de cráneo y con una coloración oscura evidente. En este estudio la identificación del organismo con el que se trabajo solo llego hasta especie: *Liomys pictus* (McGhee y Genoways, 1987, y Hall, 1981).

ANTECEDENTES

En estudios demográficos con heterómidos de desierto se ha observado la existencia de variaciones estacionales y anuales en la densidad poblacional y biomasa correlacionada con la productividad vegetal y densidad de las plantas anuales, en cuanto a la disponibilidad de alimento en la producción de frutos, semillas y plántulas de la zona, asociada directamente con factores del medio tal como la precipitación. Estos heterómidos presentan características conductuales y historias de vida adaptadas a ambientes desérticos cambiantes, también se ha observado que concentran sus épocas reproductivos con los periodos más favorables y variaciones en el tamaño corporal durante esta temporada (Zeng y Brown, 1987; Brown y Harney, 1993).

En estudios con heterómidos tropicales húmedos, se ha observado que estos roedores tienen una mayor densidad poblacional que en heterómidos de ambientes más estacionales como los bosques caducifolios, debido a que los bosques más húmedos tienen una mayor producción de alimentos y menos marcada la temporada de secas y por tanto, de la disminución del alimento; *Heteromys desmarestianus*, propio de selvas húmedas, muestra picos altos en la densidad

poblacional durante los periodos que coinciden con los periodos de la caída de frutos y semillas de la zona, sin mostrar estacionalidad reproductiva (Fleming, 1974; Sánchez-Cordero, 1993).

Por su parte, en heterómidos tropicales de zonas caducifolias o subcaducifolias, se ha observado que se encuentran sujetos a intensas limitaciones temporales en la disponibilidad de alimento y agua. En trabajos de diferente duración se ha encontrado, en general, que los picos en la densidad poblacional coinciden con los periodos de fructificación y dispersión de semillas (Pérez, 1978; Briones, 1991, 1996, Romero, 1993).

Estos resultados también concuerdan a los encontrados por Fleming (1970, 1971 y 1974), en Panamá y Costa Rica, en ambientes similares y con miembros del mismo género, donde la densidad poblacional se relaciona con la productividad de la zona y presentan una reproducción estacional, generalmente durante la época de secas.

En estudios demográficos de *Liomys pictus* se ha encontrado un rango de 2 a 191 Ind./ha en el bosque tropical caducifolio y subcaducifolio de Chamela Jalisco. Uno de los primeros estudios, fue realizado por Collett (1975) quien encontró en tres veranos de muestreo de 1972 a 1974, de 15 a 26 Ind./ha, dado que no fue un muestreo mensual no proporciona información sobre las variaciones mensuales, sin embargo proporciona datos ecológicos importantes, entre otros, determinó la movilidad promedio de 22.0 m hasta 33.5 m para este roedor, con picos reproductivos en mayo y junio, al final de la época seca.

Ceballos (1990) registró densidades de 2 a 71 Ind./ha en el bosque tropical caducifolio y de 2 a 61 Ind./ha en selva mediana de Chamela, Jalisco, la proporción de sexos fue de 1:1 y la actividad reproductiva se concentró en la época seca.

En 12 años de estudio en Chamela Jalisco, Romero (1993) encontró una cifra similar, de 12 a 29 Ind./ha, con máximos poblacionales en agosto a noviembre, que coincidió con la mayor producción y caída de frutos y semillas para esta temporada. También encontró dentro de las poblaciones una mayoría de individuos adultos y una proporción sesgada hacia las hembras.

Por su parte Briones (1991, 1996), reportó un rango de 21 a 191 Ind./ha en el bosque tropical caducifolio o selva baja y en la selva mediana de Chamela Jalisco, encontró la densidad poblacional de 20 a 133 Ind./ha, con picos poblacionales al final de la temporada de lluvias e inicio de la temporada de secas que concuerda con la mayor producción de semillas del sitio de muestreo. La proporción de sexos en uno de sus estudios fue 1:1, y en el otro estudio, se observaron cambios estacionales hacia uno u otro sexo. La mayor actividad reproductiva fue de manera estacional, al final de la época de lluvias y en la segunda parte de la temporada de secas.

García (1999), realizó uno de los pocos estudios fuera de Chamela, Jalisco, y encontró dentro de su estudio de dos comunidades con diferente grado de perturbación en Morelos, que *L. irroratus* fue abundante en la zona más perturbada, pero sin encontrar diferencias significativas entre ambas zonas de estudio; sin embargo, para otras especies estudiadas como *Baiomys musculus*, *Peromyscus levipes* y *P. melanophrys*, si hubo diferencias en la densidad poblacional, estructura de edades y preferencia de microhábitat.

OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio, es:

- Conocer el patrón demográfico de una población de *Liomys pictus* en una zona de Bosque Tropical Caducifolio de la zona Costera de Oaxaca, con diferente grado de perturbación ambiental.

Los objetivos particulares son:

- Conocer los cambios en los diferentes parámetros poblacionales: densidad poblacional, estructura de edades, sobrevivencia, reclutamiento y biomasa, así como la proporción de sexos y actividad reproductiva para machos y hembras de *L. pictus* durante la temporada seca y de lluvias en el Bosque Tropical Caducifolio.
- Conocer los efectos de la perturbación del ambiente sobre la dinámica poblacional de *L. pictus* en un área de Bosque Tropical Caducifolio en una zona costera de Oaxaca.

Hipótesis

Con base en estudios poblacionales y reproductivos previos sobre *Liomys pictus*, y en otros Heterómidos, se espera encontrar que haya un efecto evidente sobre los parámetros poblacionales durante la temporada seca y de lluvias, por lo que se espera encontrar picos máximos en la densidad poblacional y en la reproducción, al final de la temporada de lluvias y durante la temporada seca siguiente, que es la época más favorable del año, coincidiendo con los picos de fructificación o caída de frutos y semillas determinada por la precipitación.

En cuanto al aspecto del efecto de la perturbación en la zona en poblaciones de *L. pictus*, no se espera encontrar variaciones en la densidad poblacional en ambos lugares de estudio, debido a que existen antecedentes de especies del género que se han registrado en zonas cercanas a cultivos y con poca variación en la densidad poblacional

ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra en el rancho Zimatán, 3 Km en el Municipio de San Miguel del Puerto, Distrito de Pochutla, en la zona costera del estado de Oaxaca (Figura 1 A). La zona conservada se localiza en las coordenadas: 15° 0' 0.61" N, y 96° 0' 12.6" W, y la zona perturbada se encuentra en las coordenadas: 15° 56' 23.3" N y 96° 1' 24.5" W. Se ubican aproximadamente a cuatro y medio kilómetros, y a tres y medio kilómetros al sur de Santa María Petatengo, respectivamente (Figura 1A). Ambas zonas se encuentran aproximadamente a 271 msnm.

El clima es cálido subhúmedo (Aw), con una estacionalidad marcada, la época seca va de los meses de noviembre-diciembre hasta mayo-junio, que es cuando comienzan las lluvias en la zona. La temperatura media anual para el área de estudio es de 28.3 °C (Figura 1 B). La vegetación es de tipo de Bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1986), con algunos sitios talados hace algunos años, actualmente cuamiles o acahuales. La agricultura en la zona es escasa y para autoconsumo, con siembra de maíz, principalmente. La presencia del ganado en la zona es frecuente y abundante.

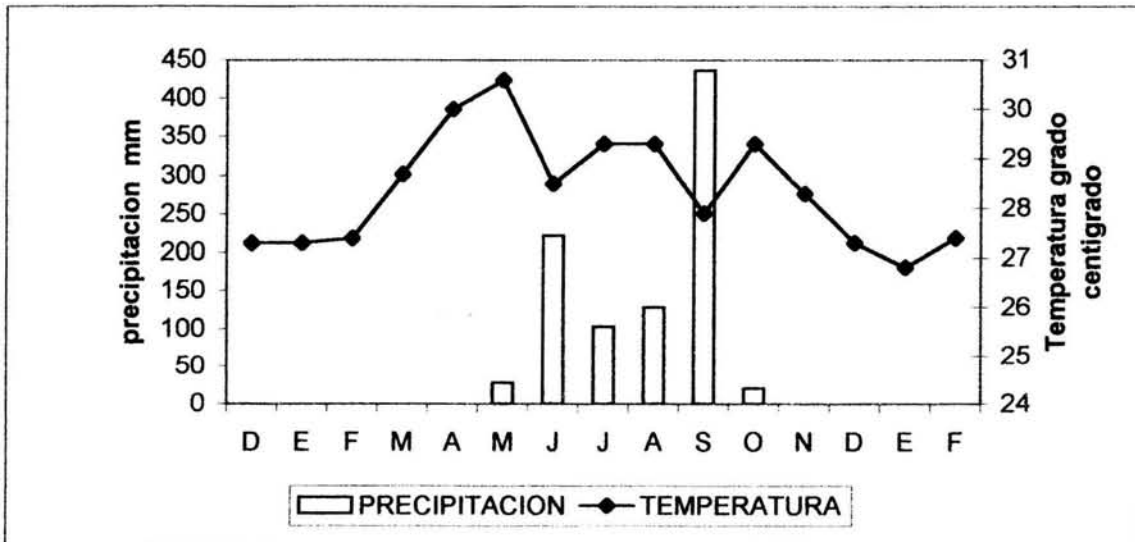


Figura 1 B. Climograma de Koppen del área de estudio dentro del Bosque tropical caducifolio de la costa de Oaxaca; los datos fueron tomados del Sistema Metereológico Nacional, en la estación de Puerto Ángel en el estado de Oaxaca. Los datos abarcan de diciembre de 2001 hasta febrero de 2003.

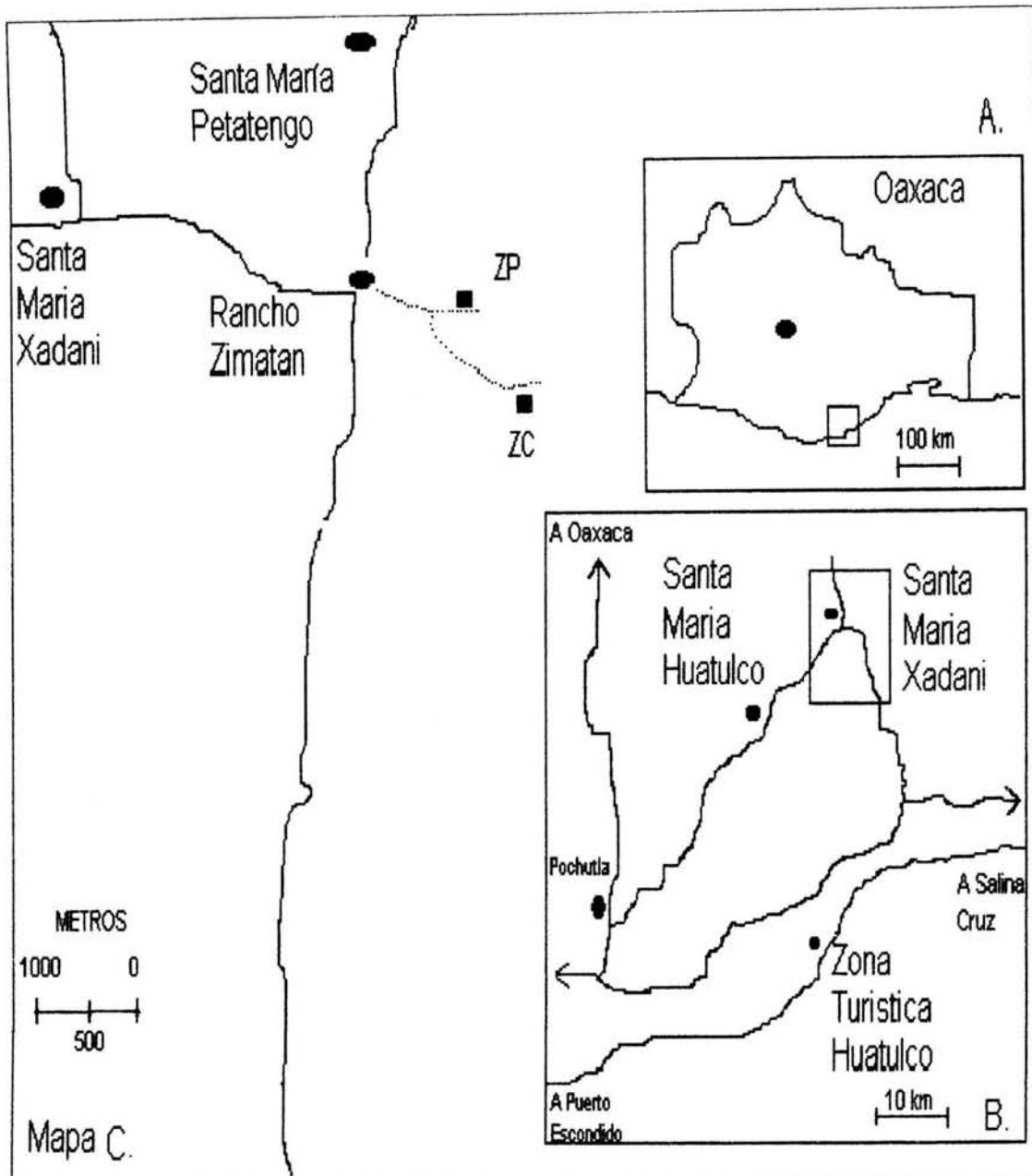


Figura 1 A. Mapa de la zona de estudio, basado en los mapas topográfico de Puerto Escondido, INEGI, escala 1: 250 000, para la figura B: ubicación de la zona de muestreo dentro de la zona costera de Oaxaca; de Santa María Huatulco INEGI, escala 1: 50 000, para la figura C: ubicación los cuadrantes muestreados (ZC= zona de bosque conservado y ZP= zona de Bosque perturbado).

MÉTODOS

Se establecieron cuatro cuadrantes en la zona de estudio, dos en un área conservada de selva baja y dos en un área de selva baja perturbada. El área considerada como perturbada se encontraba cercana a un rancho, y se localizaba dentro de una zona que fue talada hace cinco años aproximadamente, por lo que en la actualidad se encuentra cubierta de vegetación secundaria; cada cuadrante contó con 66 estaciones de trapeo, separadas entre sí por 10 m, arreglados en 11 líneas (1 a la 11) y 6 columnas (A a F), cubriendo una área de 0.5 ha. En cada estación de trapeo se colocó una trampa tipo "Sherman" (7.5x9.0x30cm) para la captura de los roedores vivos, se utilizó como cebo hojuelas de avena mezcladas con vainilla. Las trampas fueron colocadas y cebadas a partir de las cuatro de la tarde y revisadas y recebadas a partir de las ocho de la mañana durante los días de muestreo.

El periodo de colecta fue mensual, con cuatro noches consecutivas en promedio, durante los días de luna nueva, de enero del 2002 a febrero del 2003, cubriéndose un total de 12 periodos de muestreo. Se empleó el método de captura-recaptura; los animales capturados fueron marcados por la técnica de ectomización de falanges. Todos los individuos se pesaron, midieron (largo total, largo cola, largo pata y largo oreja), se les determinó la edad y el sexo, así mismo, se estableció su condición reproductiva, especie, número de individuo y estación de trapeo en el que fue capturado. Después del registro de datos los animales se regresaron a su lugar de captura (Romero, 2000).

Para determinar el parámetro demográfico y reproductivo, los datos fueron ordenados tomando en consideración:

- A) Tamaño poblacional, tomando en consideración a todos los individuos capturados.
- B) Estructura de edades en tres categorías: se consideran como jóvenes, a aquellos que aún tenían pelaje gris y suave, sin actividad sexual evidente, subadultos como individuos inactivos con pelaje intermedio de un adulto y un joven, pero de menor tamaño al adulto y adultos a aquellos con pelaje

espinoso café-amarillento y sexualmente activos. Se establece la estructura de edades según el sexo para cada periodo de colecta.

- C) Sexo: para la proporción de sexos se determina en machos o hembras a todos los individuos capturados y también se considera la época para establecer variaciones en la proporción durante el periodo de muestreo.
- D) Estados reproductivos: Sexualmente activos: se considera para los machos, sexualmente activos como aquellos individuos que tengan testículos escrotados y para hembra aquellas que tengan la vagina abierta, desarrollo mamario grande, lactante o con presencia de embriones; Sexualmente inactivos: para machos se consideran inactivos los que tienen testículos abdominales o inguinales y para hembras las que tienen vagina cerrada o cornificada y desarrollo mamario pequeño.
- C) Reclutamiento: tomando aquellos individuos que se marcan como nuevos dentro de la zona de estudio, de manera mensual, por edad y sexo.
- E) Residencia: se cuantifica considerando la permanencia máxima en meses de un individuo dentro de la zona de estudio, para cada sexo.
- F) Biomasa: representada por g/ha y se determina por la suma de los pesos de todos los roedores capturados en la zona muestreada, así mismo, se consideran los pesos de hembras y machos por cada periodo de muestreo.

Análisis de datos

La densidad poblacional de cada sitio y periodo de muestreo se determinó por el Método del Número Mínimo de Individuos Vivos capturados (MNIV).

La fórmula para obtener el MNIV es (Krebs, 1966) :

$$N_i = n_i + Z_i$$

Donde:

N_i = tamaño de la población al tiempo i ;

n_i = número de individuos capturados al tiempo i ;

Z_i = número de individuos capturados antes y después del tiempo i , no capturados al tiempo i .

Un factor importante para el análisis del método del número mínimo de individuos vivos capturados (MNIV) es el supuesto de que la mayoría de los individuos son capturados, por lo que se obtuvo el índice de trampeo de acuerdo con Krebs y colaboradores (1976) para determinar la validez de este supuesto:

$IT = \frac{\text{número de individuos capturados al tiempo } i}{\text{Número de individuos estimados presentes al tiempo } i, (N_i)}$

El análisis para las diferencias entre los parámetros: densidad poblacional total y por temporada, estructura de edades por área de estudio y por temporada, así como la actividad reproductiva para hembras y machos por zona y por temporada, se analizaron mediante un Análisis de varianza (ANOVA), utilizando a las dos zonas de estudio (zona conservada y perturbada) y la temporalidad (secas y lluvias) como factores. Cuando la prueba de la ANOVA indicaba la diferencia significativa de al menos un par de grupos, entonces se utilizó una prueba de Turkey (HSD), para determinar cuales eran los grupos que diferían entre si, Las diferencias entre la frecuencia de individuos totales de cada sexo y al final de cada temporada para cada zona, se analizaron mediante una prueba de X^2 . Para todos los parámetros involucrados se consideran con diferencias significativas cuando $P < 0.05$. Para las pruebas estadísticas se utilizó el paquete estadístico de STATISTICA, versión 5.

RESULTADOS

Estructura de comunidades

Dentro de la comunidad de pequeños mamíferos de la zona conservada se capturaron junto con *Liomys pictus*, a *Peromyscus aztecus* con 188 individuos capturados y *Oryzomys couesi* con 16 individuos; a lo largo del estudio *L. pictus* tuvo una mayor captura de animales a comparación de las otras especies con 290 individuos.

Para la zona perturbada se registraron junto con *L. pictus*: *Peromyscus aztecus* (236 individuos), *Oryzomys couesi* (41 individuos), *Mus musculus* (74 individuos), y *Reithrodontomys sp.* (dos individuos). En esta área, las capturas de *L. pictus* fueron superiores a las demás especies con 416 individuos (Cuadro 1).

Índice de trampeo

En la zona conservada se obtuvo el índice de trampeo para *L. pictus*, el cual fue superior al 80%, durante ocho periodos de muestreo. Los meses en que alcanzó valores por arriba del 90% fueron mayo y septiembre de 2002 y enero de 2003, distribuidas en las tres estaciones que se presentaron a lo largo del estudio; En el mes de abril de 2002, se registró el valor del índice de trampeo más bajo con 47% (Cuadro 1).

En la zona perturbada se presentaron los índices de trampeo superiores al 80% para *L. pictus*, durante seis periodos de colecta. En el mes de abril de 2002, al igual que en la zona conservada se encontró el valor más bajo con el 39%.

Densidad poblacional

En la primera temporada seca de la zona conservada (de enero a mayo de 2002) se capturaron 82 individuos de *L. pictus*; durante la temporada de lluvias (julio a octubre de 2002) se capturaron 141 individuos en los cuatro periodos de colecta; para la segunda temporada seca, de diciembre a

febrero de 2003, se capturaron 67 individuos, para ser un total de 290 individuos registrados a lo largo de todo el estudio (Cuadro 1).

El patrón de la densidad poblacional, obtenido por el Método del número mínimo de individuos vivos capturados (MNIV) para *L. pictus* dentro de esta área se presentó de manera estacional (Figura 2), con los picos máximos en la temporada de lluvias durante el mes de agosto con 106 ind/ha y septiembre de 2002, con 102 ind/ha. Los valores más bajos de la densidad poblacional se registraron durante la primera temporada seca (enero y febrero de 2002) con 28 ind/ha (Cuadro 1); la densidad poblacional para esta zona varió de 28 a 106 ind/ha.

Se encontraron diferencias significativas entre las temporadas lluvias y secas sobre la densidad poblacional ($F_{(2,9)}=11.40$ $P<0.0034$).

En la zona perturbada, durante la primera temporada seca (enero a mayo de 2002) se obtuvieron 150 individuos capturados de *L. pictus*; para la temporada de lluvias (julio a octubre de 2002) se capturaron 171 individuos en los cuatro periodos de muestreo y para la segunda temporada seca (diciembre de 2002 a febrero de 2003) se registraron 95 individuos, para ser un total de 416 individuos totales capturados durante las 12 periodos de colecta dentro de la zona perturbada (Cuadro 1).

La densidad población (MNIV) de *L. pictus* varió de 54 a 142 ind/ha para este sitio de estudio. La densidad poblacional aumentó al final de la primera temporada seca y durante la temporada de lluvias, registrándose los picos poblacionales máximos en el mes de septiembre con 142 ind/ha, agosto y octubre de 2002, con 102 ind/ha (Figura 2), los valores más bajos en la población se dieron durante la temporada seca, en febrero de 2003, con 54 ind/ha dentro de la zona muestreada.

Se encontraron diferencias significativas en la densidad poblacional entre la temporada seca y la de lluvias para la zona perturbada ($F_{(2,9)}=5.61$ $P<0.0262$), así mismo, se encontró una mayor

densidad poblacional para la zona perturbada (54 a 142 ind/ha.) en comparación con la zona conservada (28 a 106 ind/ha y ($F_{(1,12)}=9.77$ $P<0.0049$).

Cuadro 1. Número de individuos capturados, densidad poblacional y porcentaje de trampeo para *Liomys pictus* en la zona conservada y una perturbada de bosque tropical caducifolio en la costa de Oaxaca. En negrillas aparecen los valores máximos y mínimos de los parámetros reportados.

TEMPORADA COLECTA		ZONA CONSERVADA			ZONA PERTURBADA		
		Número de Individuos capturados	Densidad Poblacional Ind/ha	Porcentaje de trampeo	Número de Individuos capturados	Densidad Poblacional Ind/ha	Porcentaje de trampeo
SECAS	Enero 2002	14	28	100	39	80	100
	Febrero 2002	13	28	92	34	82	82
	Marzo 2002	17	42	80	28	70	80
	Abril 2002	9	38	47	15	76	39
	Mayo 2002	29	62	93	34	98	67
LLUVIAS	Julio 2002	23	74	62	35	98	72
	Agosto 2002	44	106	83	38	102	67
	Septiembre 2002	47	102	92	57	142	80
	Octubre 2002	27	68	79	41	102	73
SECAS	Diciembre 2002	18	56	64	33	86	76
	Enero 2003	28	60	93	35	82	87
	Febrero 2003	21	42	100	27	54	100
TOTAL		290			416		

Estructura de edades

En la zona conservada la mayor parte de los individuos capturados fueron adultos (mayores al 80%), los jóvenes y subadultos se colectaron en proporciones menores (debajo del 10%).

Por parte de las hembras, la mayoría de los individuos capturados fueron adultos (86.8%), seguido por los subadultos (7.2%) y en una menor proporción por los jóvenes (5.8%) del total de individuos hembras capturados. Los adultos hembras se mostraron constantes durante el estudio (Figura 3 A), encontrándose en el mes de septiembre de 2002 el valor máximo con 21 individuos; los valores más bajos se registraron en marzo y abril de 2002, con cuatro individuos (Cuadro 2).

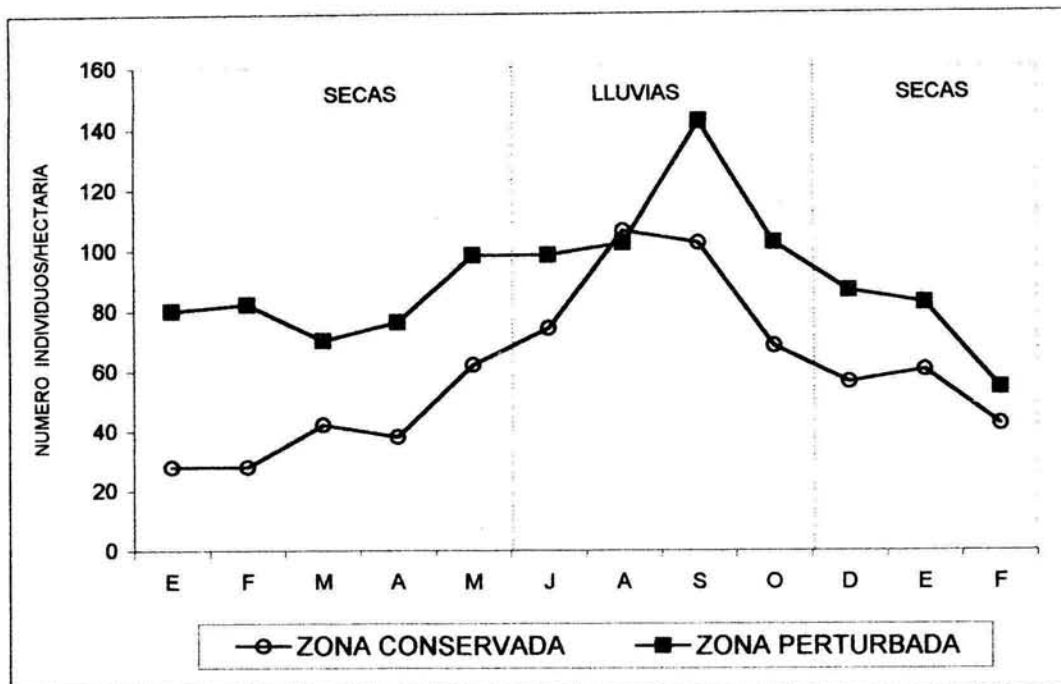


Figura 2. Densidad poblacional (MNIV) de *Liomys pictus* para ambas zonas de muestreo en el Bosque Tropical Caducifolio de la costa de Oaxaca, en un periodo de 12 muestreos que van de enero de 2002 a febrero de 2003.

Al realizar el análisis comparativo entre la estructura de edades se encontraron diferencias entre las categorías de edad ($F_{(2,33)}=31.41$ $P<0.0000$), hubo diferencias entre los adultos hembras contra las otras edades pero no entre jóvenes y subadultos. Al comparar las diferentes temporadas de la zona y la estructura de edades no se encontraron diferencias significativas ($F_{(2,33)}=0.23$ $P>0.05$).

En cuanto a los machos, la mayoría fueron adultos (83%), seguido por los subadultos y jóvenes (8.4%, cada uno). Los machos adultos fueron los más constantes a lo largo de todo del estudio (Figura 4 A), se registró un máximo de 22 individuos durante el mes de septiembre de 2002; el valor mínimo de adultos ocurrió al comienzo del estudio, en enero de 2002, con dos individuos.

Al igual que las hembras, se encontraron diferencias entre las categorías de edad de los machos ($F_{(2,33)}=28.72$ $P<0.000$), siendo los adultos diferentes de los jóvenes y subadultos, y sin diferencias entre estos dos últimos. Al comparar las tres temporadas de la zona no se encontraron diferencias significativas en la estructura de edades de los machos ($F_{(2,33)}=0.23$ $P>0.05$).

Cuadro 2. Estructura de edades para machos y hembras de *Liomys pictus* en la zona conservada de bosque tropical caducifolio en la costa de Oaxaca. El porcentaje de las tres categorías de edad se tomaron por separado para machos y hembras.

COLECTA	HEMBRAS				MACHOS				
	Número de individuos				Número de individuos				
	JOVEN	SUBAD.	ADULTO	TOTAL	JOVEN	SUBAD.	ADULTO	TOTAL	
S E C A S	Enero 2002	2	0	10	12	0	0	2	2
	Febrero 2002	1	0	7	8	2	0	3	5
	Marzo 2002	2	0	4	6	2	0	9	11
	Abril 2002	0	0	4	4	0	1	4	5
	Mayo 2002	1	3	8	12	4	3	10	17
L L U V I A S	Julio 2002	0	2	9	11	0	3	9	12
	Agosto 2002	1	3	19	23	1	2	18	21
	Septiembre 2002	0	2	21	23	1	1	22	24
	Octubre 2002	0	0	14	14	1	0	12	13
S E C A S	Diciembre 2002	0	0	6	6	0	0	12	12
	Enero 2003	0	0	10	10	2	2	14	18
A S	Febrero 2003	1	0	7	8	0	1	12	13
	TOTAL	8	10	119	137	13	13	127	153
PORCENTAJE		5.8%	7.2%	86.8%		8.4%	8.4%	83.0%	

En la zona perturbada del bosque tropical caducifolio la mayoría de los organismos capturados fueron adultos (70%) seguido por los jóvenes y subadultos (< al 15%). El 79.3% de los individuos hembras capturados en la zona perturbada fueron adultos seguido por los jóvenes (14.3%) y en último lugar los subadultos (6.3%) (Cuadro 3).

Se encontró una cantidad significativamente mayor de hembras adultas a lo largo de todo el muestreo (Figura 3 B), en comparación con los jóvenes y subadultos ($F_{(2,33)}=71.42$ $P<0.000$), sin diferencias significativas entre estos últimos.

Al comparar la estructura de edades para las hembras en las diferentes temporadas no se encontraron diferencias significativas ($F_{(2,33)}=0.23$ $P>0.05$).

El 90% de los individuos machos capturados de esta misma zona fueron adultos, seguido por los subadultos con el 5% y luego los jóvenes, 4.4% (Cuadro 3). Se encontraron diferencias entre los adultos machos con las otras dos categorías ($F_{(2,33)}=29.35$ $P<0.000$).

Los machos adultos fueron los más constantes a lo largo de todo el estudio (Figura 4 B), presentándose en mayor cantidad durante los meses de septiembre y octubre de 2002, con 31 y 24 individuos, respectivamente. Al realizar en análisis de las temporadas secas-lluvias sobre la estructura de edades de machos, no se encontraron diferencias significativas ($F_{(2,33)}=0.73$ $P>0.05$).

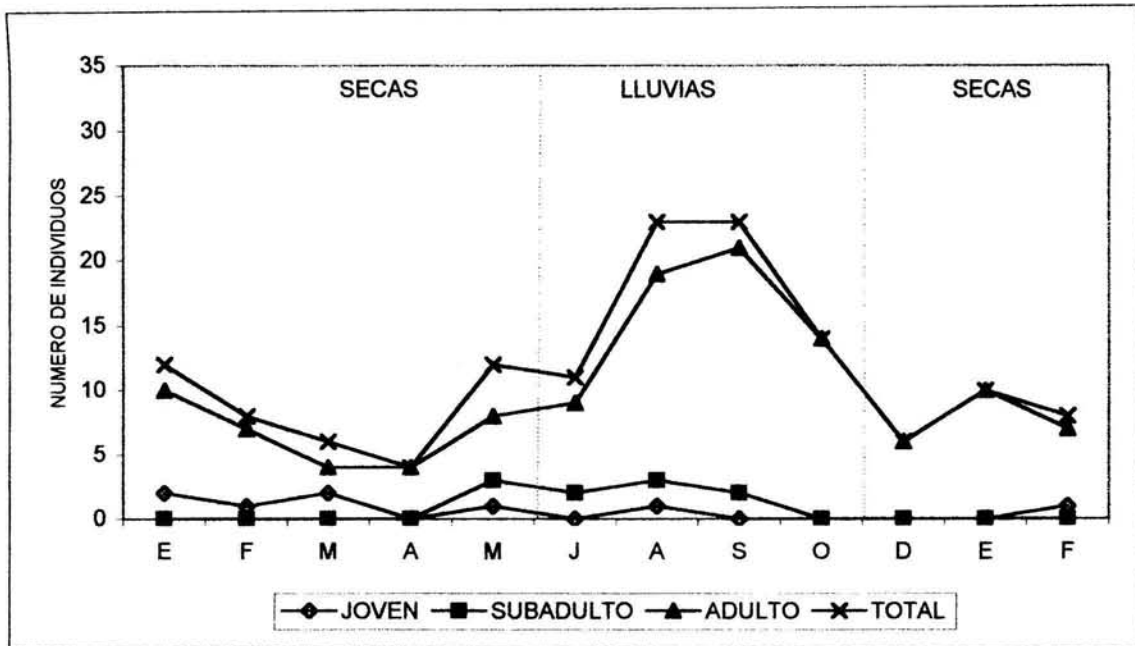
Cuando se compararon la estructura de edades de las hembras entre ambas zonas de estudio, se encontró una cantidad significativamente mayor de jóvenes en la zona perturbada ($F_{(1,22)}=7.53$ $P<0.0119$), así como una mayor cantidad de adultos en la zona conservada ($F_{(1,22)}=7.50$ $P<0.012$), pero no hubo diferencias para los subadultos hembras ($F_{(1,22)}=0.64$ $P>0.05$).

Por parte de la estructura de las edades de los machos se encontró que no hubo diferencia para ninguna de las categorías al comparar ambos sitios ($F_{(1,22)}= 0.83, 0.37$ y 1.04 , $P>0.05$).

Cuadro 3. Estructura de edades para machos y hembras de *Liomys pictus* en la zona perturbada de bosque tropical caducifolio de la costa de Oaxaca. El porcentaje de las tres categorías de edad se tomaron por separado para machos y hembras.

COLECTA		HEMBRAS				MACHOS			
		Número de individuos				Número de individuos			
		JÓVEN	SUBAD	ADULTO	TOTAL	JÓVEN	SUBAD	ADULTO	TOTAL
S E C A S	Enero 2002	6	0	22	28	0	0	11	11
	Febrero 2002	7	0	15	22	2	0	10	12
	Marzo 2002	6	3	11	20	1	0	7	8
	Abril 2002	2	0	7	9	3	1	2	6
	Mayo 2002	5	2	15	22	0	5	7	12
L L U V	Julio 2002	4	1	18	23	1	0	11	12
	Agosto 2002	1	4	18	23	0	2	13	15
I A S	Septiembre 2002	1	1	24	26	0	0	31	31
	Octubre 2002	0	0	17	17	0	0	24	24
S E C A S	Diciembre 2002	0	1	16	17	0	0	16	16
E C A S	Enero 2003	0	1	15	16	0	0	19	19
	Febrero 2003	2	2	10	14	1	1	11	13
TOTAL		34	15	188	237	8	9	162	179
PORCENTAJE		14.3%	6.3%	79.3%		4.4%	5.0%	90.5%	

A. Zona conservada



B. Zona perturbada

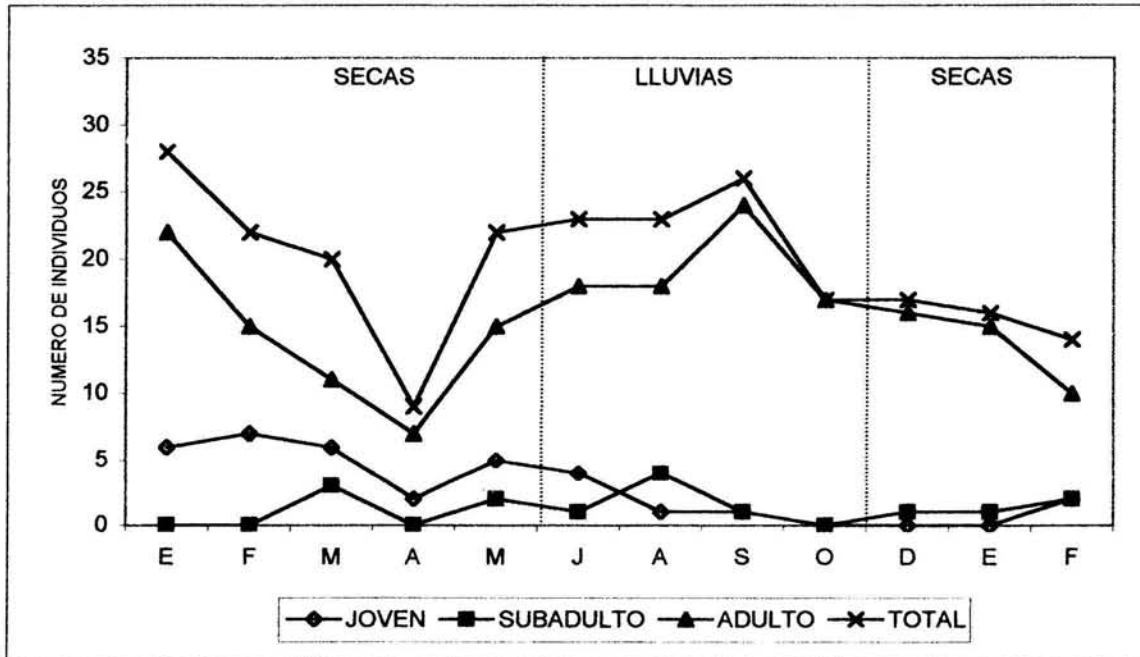
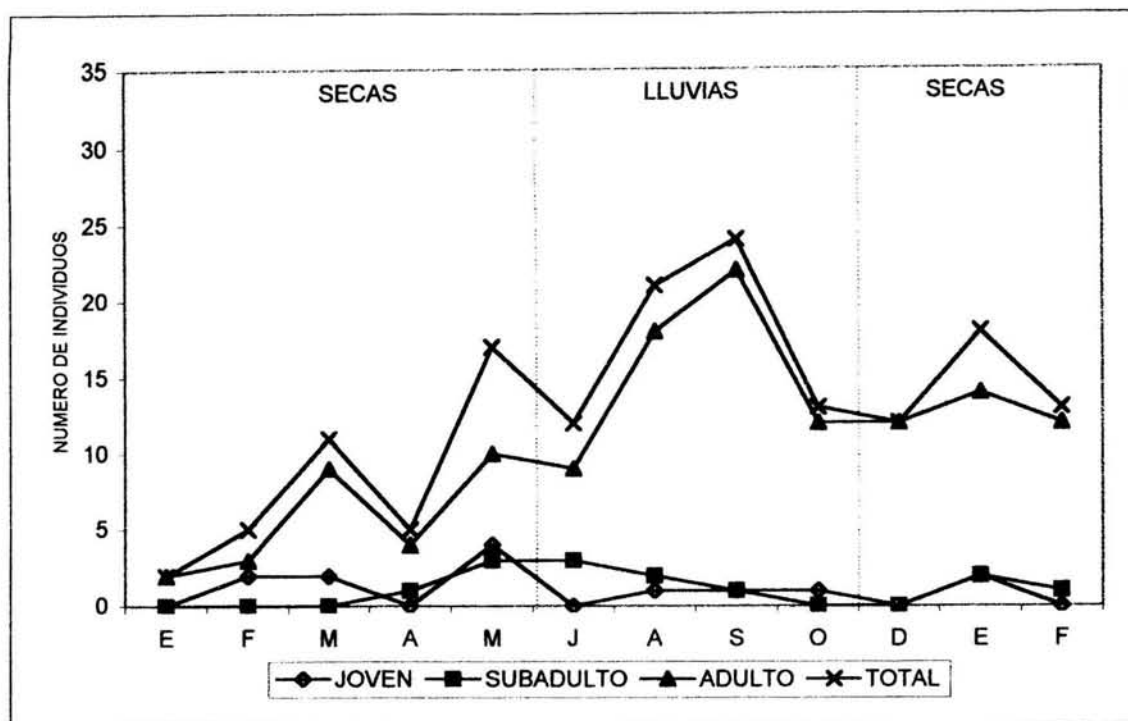


Figura 3. Estructura de edades de hembras de *Liomys pictus* en una zona conservada (A) y una perturbada (B) de Bosque Tropical Caducifolio en una zona costera de Oaxaca.

A. Zona conservada



B. Zona perturbada

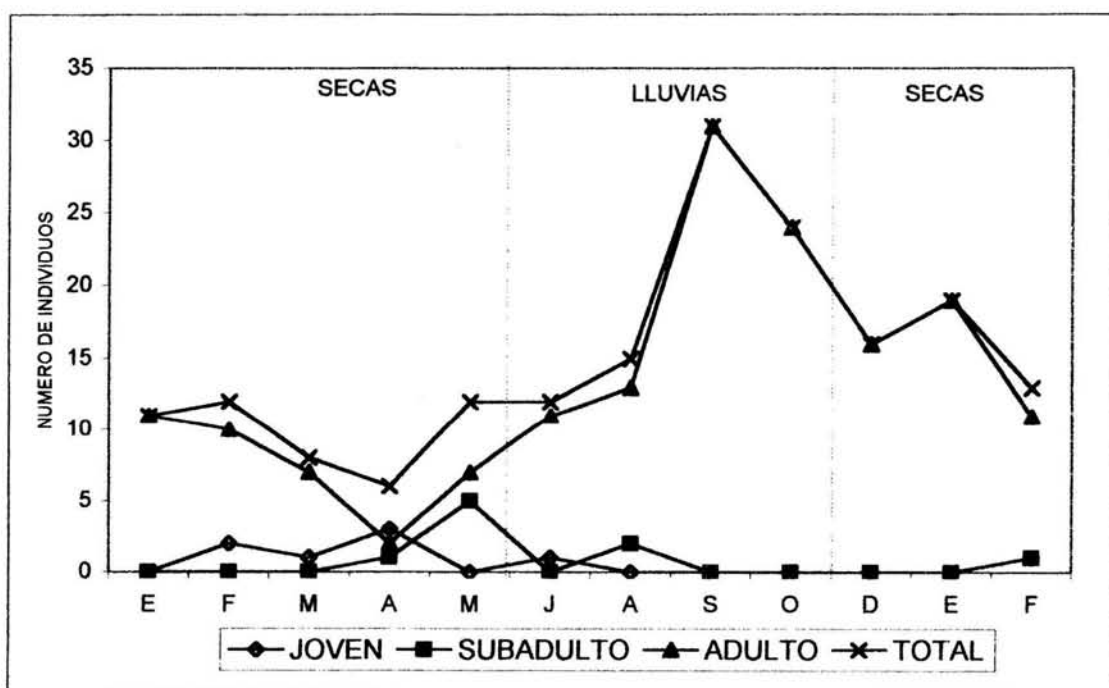


Figura 4. Estructura de edades de machos de *Liomys pictus* en una zona conservada (A) y una perturbada (B) de Bosque tropical caducifolio de la costa de Oaxaca.

Proporción de sexos

Para la zona conservada, se encontró que el 52.7% (N= 153) fueron machos, y el 47.3 % (N= 137) fueron hembras, estos datos incluyen las tres edades (Cuadro 4). La proporción de sexos fue de 1:1.1, favoreciendo a los machos y tomando en consideración el porcentaje total de individuos capturados; el número total de individuos de machos y hembras no mostró diferencias significativas ($X^2=0.882$, g.l.= 1, $P> 0.01$), por lo que para cada machos hay una hembra (Figura 5 A)

Tampoco hubo diferencias significativas en el número de individuos de hembras y machos durante la primera temporada de secas con una proporción de 1:0.95 ($X^2=0.048$ $P> 0.01$, hembras N =42, machos N =40); para la temporada de lluvias, la proporción es de 1:0.94, también favoreció a las hembras aunque sin diferencias significativas ($X^2=0.028$, $P> 0.01$, hembras N =71, machos N= 70); para la segunda temporada de secas la proporción cambio favoreciendo significativamente a los machos a 0.55:1 ($X^2=5.38$, hembras N = 24 y machos N= 43, $P< 0.025$ g.l.=1) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Proporción de sexos de *Liomys pictus* en la zona conservada de bosque tropical caducifolio de la costa de Oaxaca. Los valores en paréntesis indican los totales de los individuos por cada temporada; el asterisco indica cuando es significativa la proporción.

COLECTA		Número de individuos			PROPORCION POR TEMPORADA
		HEMBRAS	MACHOS	TOTAL	
SECAS	Enero 2002	12	2	14	1 : 0.95
	Febrero 2002	8	5	13	
	Marzo 2002	6	11	17	
	Abril 2002	4	5	9	
	Mayo 2002	(42) 12	(40) 17	(82) 29	
LLUVIAS	Julio 2002	11	12	23	1 : 0.94
	Agosto 2002	23	21	44	
	Septiembre 2002	23	24	47	
	Octubre 2002	(71) 14	(70) 13	(141) 27	
SECAS	Diciembre 2002	6	12	18	0.55 : 1 *
	Enero 2003	10	18	28	
	Febrero 2003	(24) 8	(43) 13	(67) 21	
TOTAL		137	153	290	1 : 1.1
PORCENTAJE		47.2%	52.7%		

Dentro de la zona perturbada se encontró que del total de individuos capturados el 57% fueron hembras (237 ind.), mientras que el 43% fueron machos (179 ind.) capturados en todo el estudio (Figura 5 B).

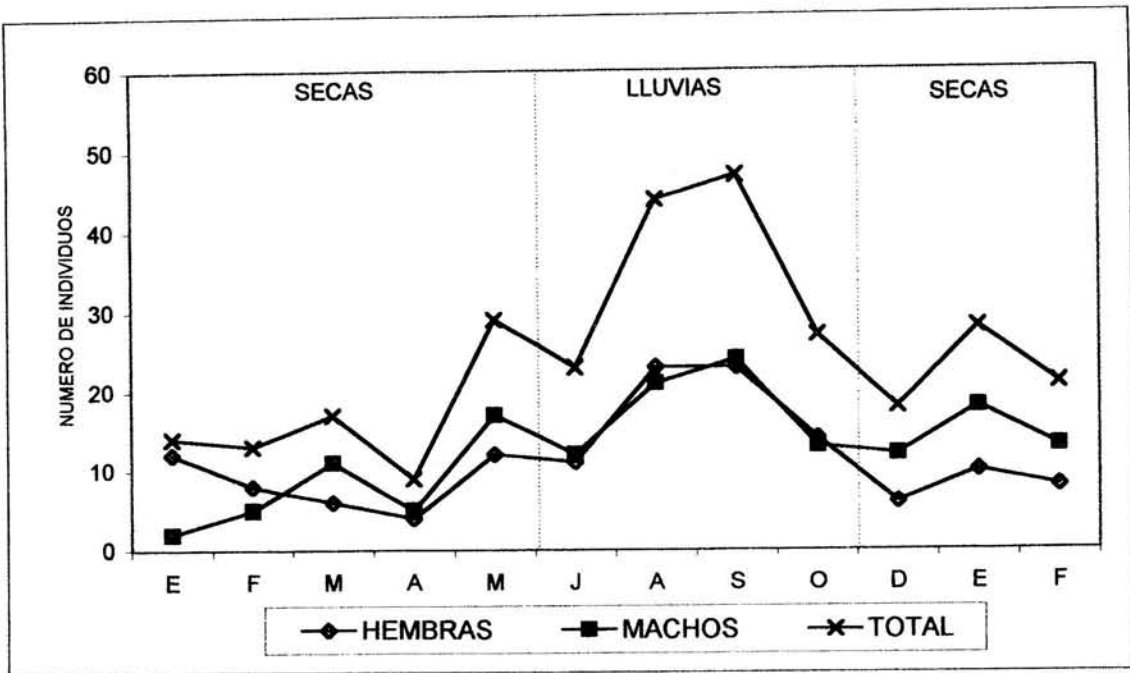
La proporción de sexos favoreció a las hembras 1: 0.75 en la zona perturbada, siendo significativa la diferencia entre los individuos machos y hembras ($X^2=10.80$, g.l.=1, $P < 0.005$, hembras $N = 237$ ind. y machos $N = 179$ ind.) (Cuadro 5).

En la primera temporada de secas la proporción fue significativamente sesgada a las hembras 1:0.44 ($X^2= 23.72$ g.l.=1, $P < 0.005$), y durante la temporada de lluvias la proporción fue de 1:0.92, inclinada hacia las hembras pero sin diferencias significativas ($X^2=0.28$ g.l.=1, $P > 0.01$), en la segunda temporada de secas la proporción fue 0.97:1, favoreciendo a los machos y sin diferencias significativas ($X^2=0.01$, g.l.=1, $P > 0.01$) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Proporción de sexos de *Liomys pictus* en la zona perturbada de bosque tropical caducifolio de la costa de Oaxaca. Los valores en paréntesis indican el total de individuos al final de cada temporada. El asterisco indica cuando es significativa la proporción.

COLECTA		Número de individuos			PROPORCION POR TEMPORADA
		HEMBRAS	MACHOS	TOTAL	
SECAS	Enero 2002	28	11	39	1 : 0.48 *
	Febrero 2002	22	12	34	
	Marzo 2002	20	8	28	
	Abril 2002	9	6	15	
	Mayo 2002	(101) 22	(49) 12	(150)34	
LLUVIAS	Julio 2002	23	12	35	1 : 0.9
	Agosto 2002	23	15	38	
	Septiembre 2002	26	31	57	
	Octubre 2002	(89) 17	(82) 24	(171)41	
SECAS	Diciembre 2002	17	16	33	0.9 : 1
	Enero 2003	16	19	35	
	Febrero 2003	(47) 14	(78) 13	(95) 27	
TOTAL		237	179	416	1 : 0.75 *
PORCENTAJE		57%	53%		

A. Zona conservada



B. Zona perturbada

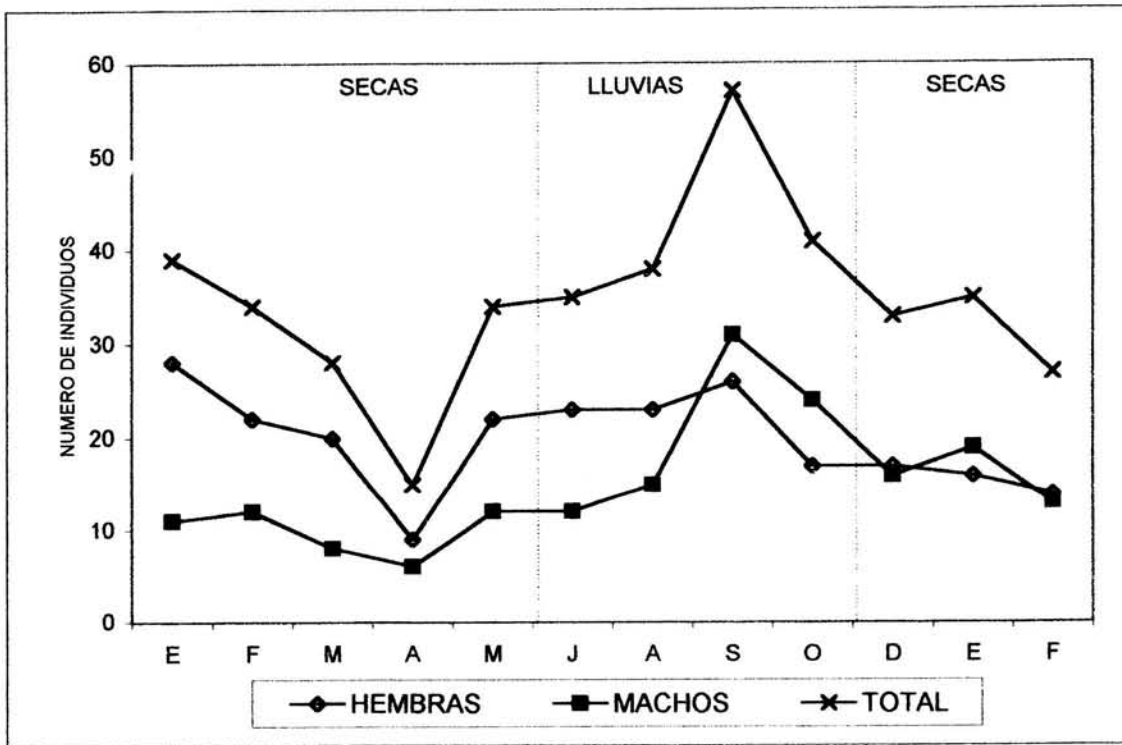


Figura 5. Frecuencia de machos y hembras de *Liomys pictus* en una zona conservada (A) y zona perturbada (B) de Bosque tropical caducifolio de la Costa de Oaxaca.

Actividad reproductiva

En la zona conservada, se registró un 67.8% de hembras adultas inactivas (93 ind.) y el 32.2% de hembras adultas (44 ind.) con algún signo de actividad reproductiva, contando al total de hembras capturadas (137 ind.) siendo significativa la diferencia ($F_{(1,22)}=5.09$ $P>0.05$).

Las hembras que se consideraron como inactivas se registraron a lo largo de todo el estudio a excepción del mes de enero del 2003, y los valores máximos de hembras inactivas se registraron durante la temporada de lluvias, en los meses de agosto y septiembre de 2002, (20 individuos, cada uno). Los valores máximos de actividad reproductiva se encontraron en ambas temporadas de secas en mayo y enero de 2002 (siete y diez individuos, respectivamente) (Figura 6 A).

No se encontraron diferencias significativas entre las temporadas seca y de lluvias en lo referente a la cantidad de hembras activas para la zona conservada ($F_{(2,9)}=3.92$, $P<0.042$).

Los machos activos fueron los que se presentaron en mayor porcentaje con un 52.94% (81 ind.), y con un 47.05% (72 ind.) para machos inactivos, pero sin diferencias significativas ($F_{(1,22)}=0.85$ $P>0.05$). Los machos activos se registraron durante todo el periodo de estudio (Figura 6 A), el mayor número se presentó en temporada de lluvias en agosto y septiembre de 2002 (17 y 16 individuos, respectivamente); el menor número registrado fue en el mes de abril de 2002 (un individuo). Los machos inactivos se registraron a partir de marzo de 2002 y hasta el final del estudio, con un máximo de individuos en los meses de septiembre y octubre de 2002, (6 y 10 individuos respectivamente) (Cuadro 6).

Los individuos registrados con signo de actividad reproductiva no variaron durante las temporadas de secas y lluvias ($F_{(2,9)}=3.09$ $P>0.05$).

En la zona perturbada, se registró un mayor porcentaje para hembras adultas inactivas de 62% (147 ind), en comparación con las hembras adultas activas con 38% (90 ind) siendo significativa esta diferencia ($F_{(1,22)}=5.89$ $P< 0.0238$).

Cuadro 6. Actividad reproductiva de *Liomys pictus*, en la zona conservada de bosque tropical caducifolio de la costa de Oaxaca. Para las hembras activas se consideraron aquellas que tuvieran vagina abierta, desarrollo mamario grande, lactantes o gestantes y se consideraron los machos activos cuando tenían testículos escrotados. Los porcentajes se obtuvieron de manera separa para machos y hembras. En negrillas aparecen los valores máximos y mínimos la actividad reproductiva.

COLECTA	HEMBRAS		MACHOS	
	Número de individuos		Número de individuos	
	INACTIVAS	ACTIVAS	INACTIVOS	ACTIVOS
Enero 2002	12	0	0	2
Febrero 2002	2	6	2	3
Marzo 2002	5	1	4	7
Abril 2002	1	3	14	1
SECAS Mayo 2002	5	7	11	6
Julio 2002	11	0	8	4
Agosto 2002	20	3	4	7
Septiembre 2002	20	3	8	16
LLUVIAS Octubre 2002	14	0	11	2
Diciembre 2002	1	5	1	11
Enero 2003	0	10	6	12
SECAS Febrero 2003	2	6	3	10
SUBTOTAL	93	44	72	81
TOTAL		137		153
PORCENTAJE	67.8%	32.2%	47%	52.9%

Las hembras sin actividad reproductiva tuvieron los máximos valores durante la temporada de lluvias agosto de 2002 (21 ind.). Las hembras activas, se encontraron a lo largo de todo el estudio en la zona perturbada, con picos reproductivos en las temporadas secas en mayo de 2002 (13 ind.) y enero de 2003 (diez ind.) (Figura 6 B). Los valores mínimos se registraron durante la temporada de lluvias en agosto y octubre de 2002 (dos y tres ind., respectivamente). (Cuadro 7).

Los picos de actividad reproductiva se presentaron durante las dos temporadas de secas y los mínimos se registraron en la época de lluvias (Figura 6 B); sin embargo, el análisis no muestra variación significativa entre las temporadas y la actividad reproductiva para la zona perturbada ($F_{(2,9)}=1.73$ $P>0.5$).

Los machos adultos activos fueron significativamente más abundantes con un 76% (136 ind.) en comparación con los machos adultos inactivos, quienes registraron un 24% (43 ind.) del total de machos capturados ($F_{(1,22)}=10.17$ $P<0.0042$).

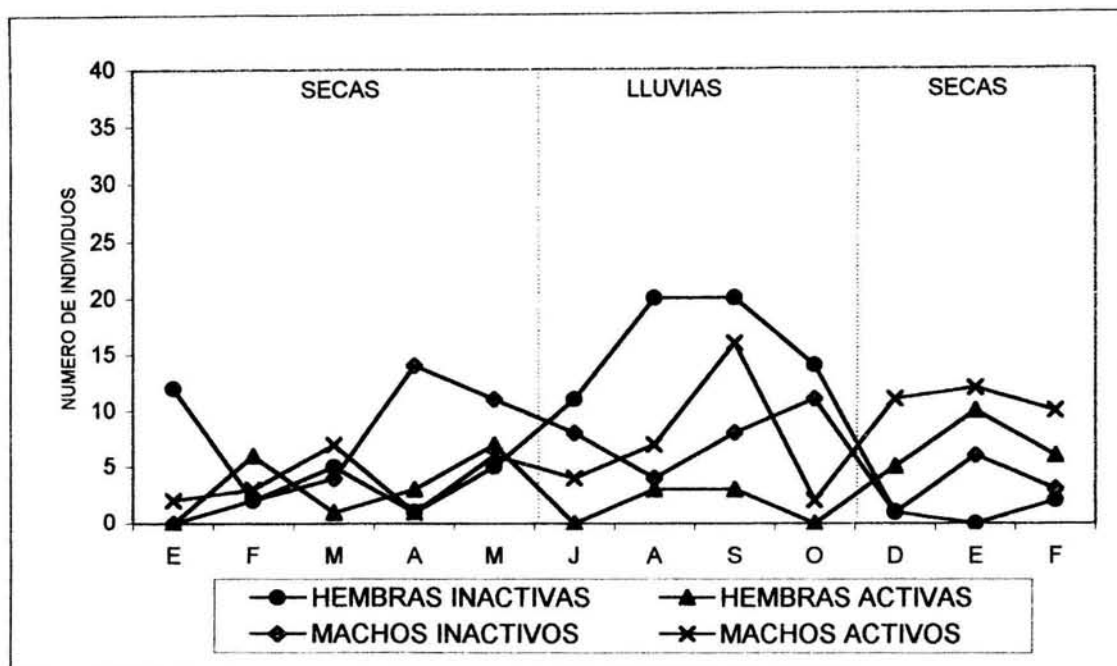
Los machos inactivos se registraron casi a lo largo de todo el muestreo, alcanzando el pico máximo de abundancia en enero de 2002 (seis ind.) . La mayor cantidad de machos activos se registró en lluvias, en septiembre de 2002 (28 ind) y la menor cantidad se obtuvo en abril de 2002, sin ningún individuo capturado (Cuadro 7). La actividad reproductiva fue mas abundante durante la temporada de lluvias con respecto a temporada seca ($F_{(2,9)}=6.31$ $P<0.0194$).

Se encontró una mayor cantidad de hembras activas en zona perturbada en comparación de la zona conservada ($F_{(1,22)}=8.16$), pero no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de machos activos entre ambos lugares ($F_{(1,22)}=2.88$ $p>0.0.5$).

Cuadro 7. Actividad reproductiva de *Liomys pictus*, en la zona perturbada de bosque tropical caducifolio en la costa de Oaxaca. Para las hembras activas se consideraron aquellas que tuvieran vagina abierta, desarrollo mamario grande, lactantes o gestantes y se consideraron los machos activos cuando tenían testículos escrotados. Los porcentajes se obtuvieron de manera separada para hembras y machos. En negrillas aparecen los valores máximos y mínimos de la actividad reproductiva.

COLECTA	HEMBRAS		MACHOS		
	INACTIVAS	ACTIVOS	INACTIVOS	ACTIVOS	
SECAS	Enero 2002	21	7	6	5
	Febrero 2002	9	13	4	8
	Marzo 2002	13	7	3	5
	Abril 2002	3	6	6	0
	Mayo 2002	9	13	8	4
LLUVIAS	Julio 2002	14	9	2	10
	Agosto 2002	21	2	5	10
	Septiembre 2002	19	7	3	28
	Octubre 2002	14	3	3	21
SECAS	Diciembre 2002	11	6	1	15
	Enero 2003	6	10	0	19
	Febrero 2003	7	7	2	11
SUBTOTAL		147	90	43	136
TOTAL			237		179
PORCENTAJE		62%	38%	24%	76%

A. Zona conservada



B. Zona perturbada

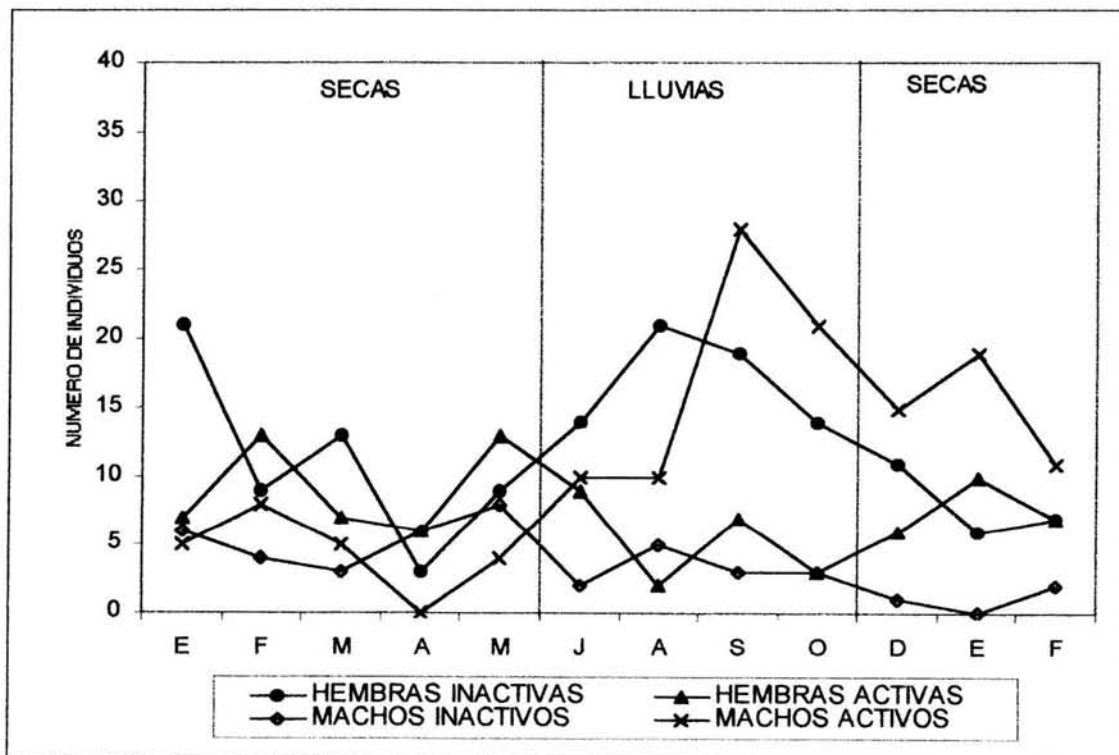


Figura 6. Actividad reproductiva de *Liomys pictus* en una zona conservada (A) y una perturbada (B) de Bosque Tropical Caducifolio de una zona costera de Oaxaca. Se consideraron como hembras activas a las que presentaron vagina abierta, desarrollo mamario grande, lactantes y gestantes y para machos se consideraron a los que presentaron testículos escrotados.

Reclutamiento

En la zona conservada el mayor reclutamiento se encontró durante la temporada de lluvias en agosto de 2002 (18 ind.), y los mínimos valores registrados fueron en abril y octubre de 2002 (un ind. cada uno).

El promedio de reclutamiento que incluye ambos sexos es de 9.8 individuos para la primera temporada seca, y de 9.5 individuos para la temporada de lluvias, así como, 7 individuos para la segunda temporada seca (Cuadro 8).

Las hembras adultas tuvieron un reclutamiento superior (68.8 %), seguida por los subadultos (17.6%) y con menor entrada a la zona de jóvenes (13.7%); La entrada de los adultos fue constante a lo largo del estudio con picos durante la temporada de lluvias. Los subadultos tuvieron una entrada a la población de manera estacional, ya que se registraron al final de temporada seca y lluvias (mayo a septiembre de 2002). Las jóvenes hembras se registraron en las tres temporadas, con picos en la primera temporada seca con dos individuos (Figura 7 A).

Al igual que las hembras, los machos adultos tuvieron un reclutamiento superior (35%), seguido por los jóvenes (11%) y con bajo reclutamiento los subadultos con (6.4%).%; La entrada de los adultos también fue constante a lo largo del estudio con picos durante la temporada de lluvias. Los subadultos tuvieron una entrada a la población de manera estacional, ya que se registraron al final de temporada seca y lluvias (mayo a agosto de 2002). Las jóvenes hembras se registraron en las tres temporadas, con picos en la primera temporada seca con cuatro individuos (Cuadro 8)

En la zona perturbada los datos mayores de reclutamiento se registraron en el mes de enero de 2002 (29 ind.), seguido del mes de septiembre de 2002 (26 ind.) y, para el mes de marzo de 2002 se registra el valor mínimo de reclutamiento (7 ind.).

El reclutamiento promedio de individuos que incluye ambos sexos es de 13.6 individuos para la temporada de secas y 15 individuos para la temporada de lluvias (Cuadro 9).

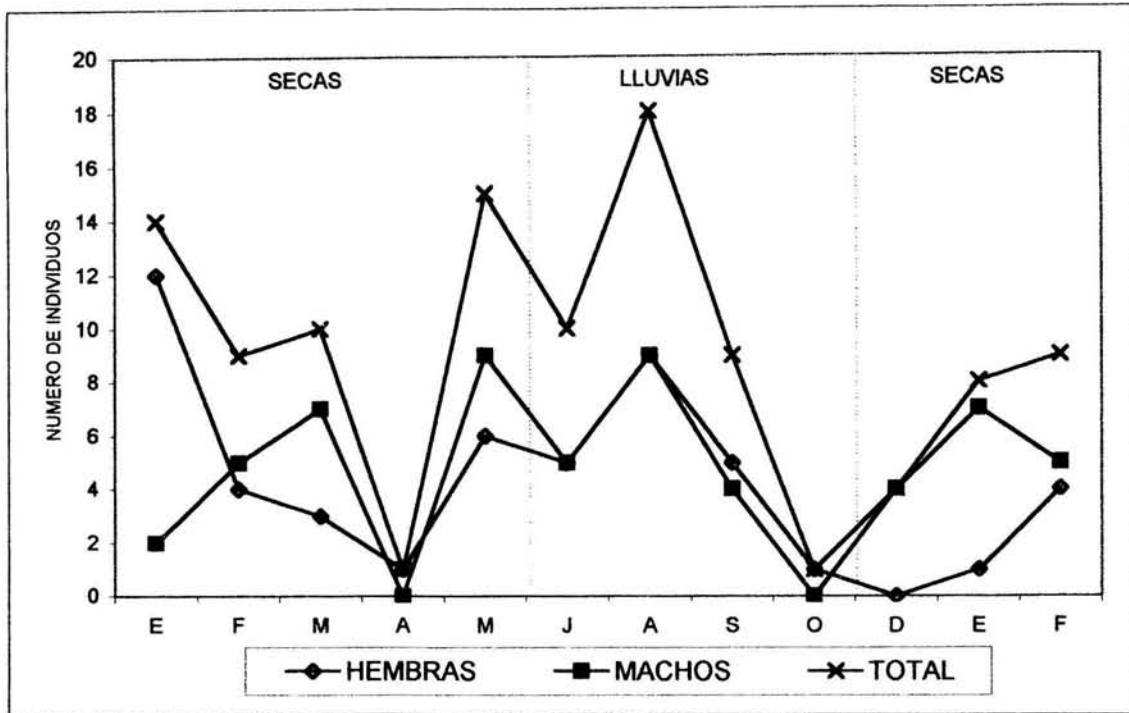
Cuadro 8. Reclutamiento de individuos hembras y machos de *Liomys pictus* en la zona conservada de bosque tropical caducifolio en la costa de Oaxaca.

COLECTA	NUEVOS HEMBRAS Número de individuos				NUEVOS MACHOS Número de individuos				TOTAL	Promedio por temporada	
	ADULTO	SUBAD	JÓVEN	SUB TOTAL	ADULTO	SUBAD	JÓVEN	SUB TOTAL			
S E C A S	Enero 2002	10	0	2	12	2	0	0	2	14	9.8
	Febrero 2002	4	0	0	4	3	0	2	5	9	
	Marzo 2002	1	0	2	3	5	0	2	7	10	
	Abril 2002	1	0	0	1	0	0	0	0	10	
	Mayo 2002	2	3	1	6	3	2	4	9	15	
L L U V I A	Julio 2002	3	2	0	5	3	2	0	5	10	9.5
	Agosto 2002	6	2	1	9	7	1	1	9	18	
	Septiembre 2002	3	2	0	5	3	0	1	4	9	
	Octubre 2002	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
S E C A S	Diciembre 2002	0	0	0	0	4	0	0	4	4	7
Enero 2003	1	0	0	1	3	2	2	7	9		
S E C A S	Febrero 2003	3	0	1	4	5	0	0	5	9	
TOTAL	35	9	7	51	38	7	12	57	108		
PORCENTAJE	68.6%	17.6%	13.7%	47.2%	35.1%	6.4%	11.1%	52.7%			

Para las hembras se reclutaron en mayor proporción (55%), seguida por los jóvenes (35%) y después con los subadultos (8.8%). Se encontró un reclutamiento de adultos hembras a lo largo de todo el muestreo, a excepción de marzo de 2002, con un pico máximo en la temporada de lluvias, septiembre de 2002. Hubo reclutamiento de subadultos a partir de la temporada de lluvias y mediados de la segunda temporada seca; los jóvenes se registraron durante las tres temporadas con picos máximos durante la primera temporada seca, en mayo de 2002 (5 ind.) (Figura 7 B).

Los machos adultos tuvieron un reclutamiento mayor (84.3%) seguido por los jóvenes (8.4%) y luego por los subadultos (7.2%). Los adultos tuvieron entrada a la población a lo largo de todo el muestreo con picos durante la temporada de lluvias en septiembre de 2002 (17 ind.). Los subadultos se registraron con pocos individuos en las temporadas de secas y solo uno durante las lluvias (Figura 7 B).

A. Zona conservada



B. Zona perturbada

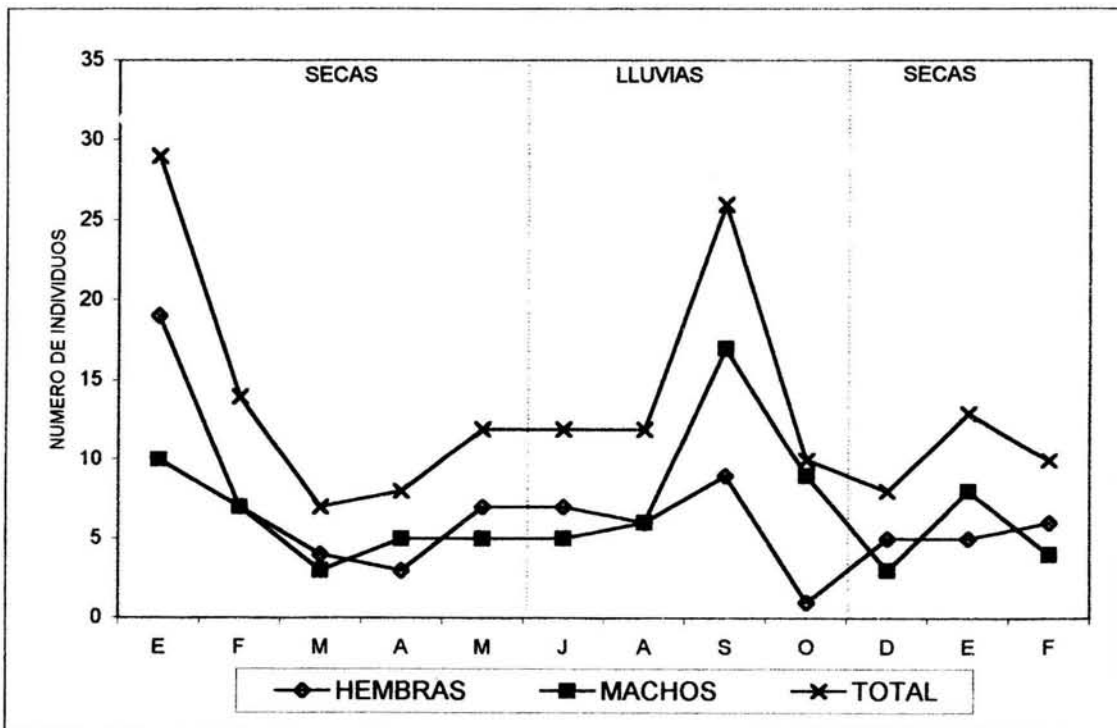


Figura 7. Reclutamiento de *Liomys pictus* en la zona conservada (A) y en la zona perturbada (B) de Bosque tropical caducifolia en la costa de Oaxaca.

Cuadro 9. Reclutamiento de individuos hembras y machos de *Liomys pictus* en la zona perturbada de bosque tropical caducifolio en la costa de Oaxaca

		NUEVOS HEMBRAS				NUEVOS MACHOS				TOTAL	Promedio por temporada
		Número de individuos				Número de individuos					
		ADULTO	SUBAD	JÓVEN	SUB TOTAL	ADULTO	SUBAD	JÓVEN	SUB TOTAL		
S E C A S	Enero 2002	16	0	3	19	10	0	0	10	29	13.6
	Febrero 2002	2	0	5	7	5	0	2	7	14	
	Marzo 2002	0	0	4	4	3	0	0	3	7	
	Abril 2002	1	0	2	3	1	1	3	5	8	
	Mayo 2002	2	0	5	7	2	3	0	5	12	
L U V I A S	Julio 2002	2	1	4	7	4	0	1	5	12	15
	Agosto 2002	2	3	1	6	5	1	0	6	12	
	Septiembre 2002	7	1	1	9	17	0	0	17	26	
	Octubre 2002	1	0	0	1	9	0	0	9	10	
S E C A S	Diciembre 2002	4	0	1	5	3	0	0	3	8	10.3
	Enero 2003	4	1	0	5	8	0	0	8	13	
	Febrero 2003	2	2	2	6	2	1	1	4	10	
TOTAL		50	8	32	90	70	6	7	83	161	
PORCENTAJE		55.5%	8.8%	35.5%	52.0%	84.3%	7.2%	8.4%	47.9%		

Residencia

La residencia en la zona conservada fue corta para ambos sexos ya que la mayoría de los individuos (arriba del 75%) solo tuvieron una residencia de un mes, (Figura 8 A). Se registró a lo largo del estudio, un individuo hembra que permaneció en la zona por 13 meses, haciendo un total de 384 días de residencia. Otra hembra fue capturada sucesivamente llegando hasta una permanencia de 12 meses con un total de 351 días.

Para los machos se registro un individuo que alcanzo los 13 meses de residencia en la zona, con un total de 384 días. Otro individuo fue capturado continuamente para llegar a 11 meses, haciendo un total de 325 días en la zona conservada (Cuadro 10).

También en la zona la perturbada la residencia dentro del área fue corta (arriba del 75 %), de un mes tanto para las hembras como para los machos (Figura 8 B). Se registraron dos individuos con una residencia de 13 y 14 meses, ambos fueron hembras. Uno de los cuales estuvo dentro del

área de estudio un total de 424 días por 14 meses contando desde el primer mes de marcaje con, siendo la que se registro por más tiempo a lo largo del estudio, tanto para la zona perturbada como para la zona conservada (Cuadro 10).

Cuadro 10. Residencia de *Liomys pictus* en la zona conservada y perturbada de bosque tropical caducifolio de la costa de Oaxaca. El porcentaje que aparece en paréntesis se obtuvo de manara separada tanto para machos como para hembras.

RESIDENCIA EN MESES	ZONA CONSERVADA Número de individuos			ZONA PERTURBADA Número de individuos		
	HEMBRAS	MACHOS	AMBOS SEXOS	HEMBRAS	MACHOS	AMBOS SEXOS
1	(76 %)104	(77%) 118	222	(79%)197	(78%)142	339
2	6	4	10	7	6	13
3	6	9	15	7	6	13
4	1	4	5	4	5	9
5	4	4	8	7	1	8
6	3	5	8	6	6	12
7	6	3	9	0	5	5
8	4	1	5	1	3	4
9	1	1	2	2	2	4
10	0	2	2	7	3	10
11	0	1	1	2	1	3
12	1	0	1	6	0	6
13	1	1	2	1	0	1
14	0	0	0	1	0	1

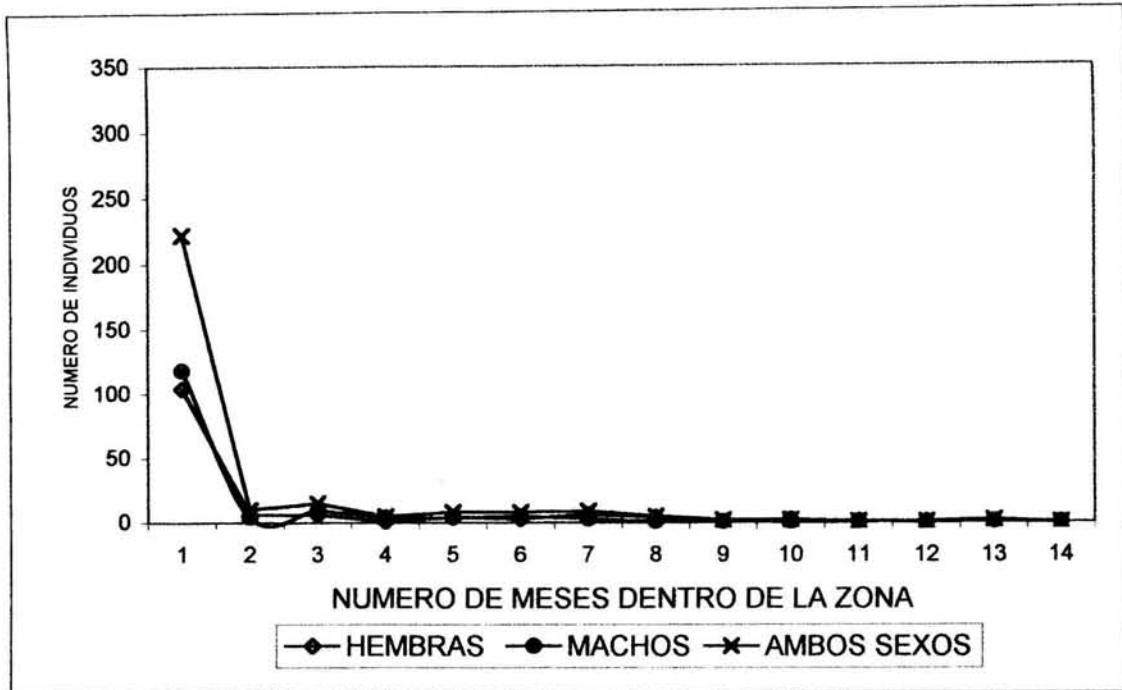
Biomasa

En la zona conservada se registró un total de 13 082 g/ha de biomasa y con un peso general de 45.11 g/ha, que incluye a todos los organismos colectados en esta zona de estudio.

Para las hembras se obtuvo un registro de 5694 g/ha, cubriendo un 43.5% del total de biomasa, y 41.56 g de peso promedio. Para los machos se obtuvo un registro de 7318 g/ha, con un 56.5% del total registrado, y con un promedio de 47.83 g de peso (Cuadro 11).

En la zona perturbada se obtuvo un valor de biomasa de 19 054 g/ha, con un promedio de peso de 45.8g que incluye a todos los organismos capturados.

A. Zona conservada



B. Zona perturbada

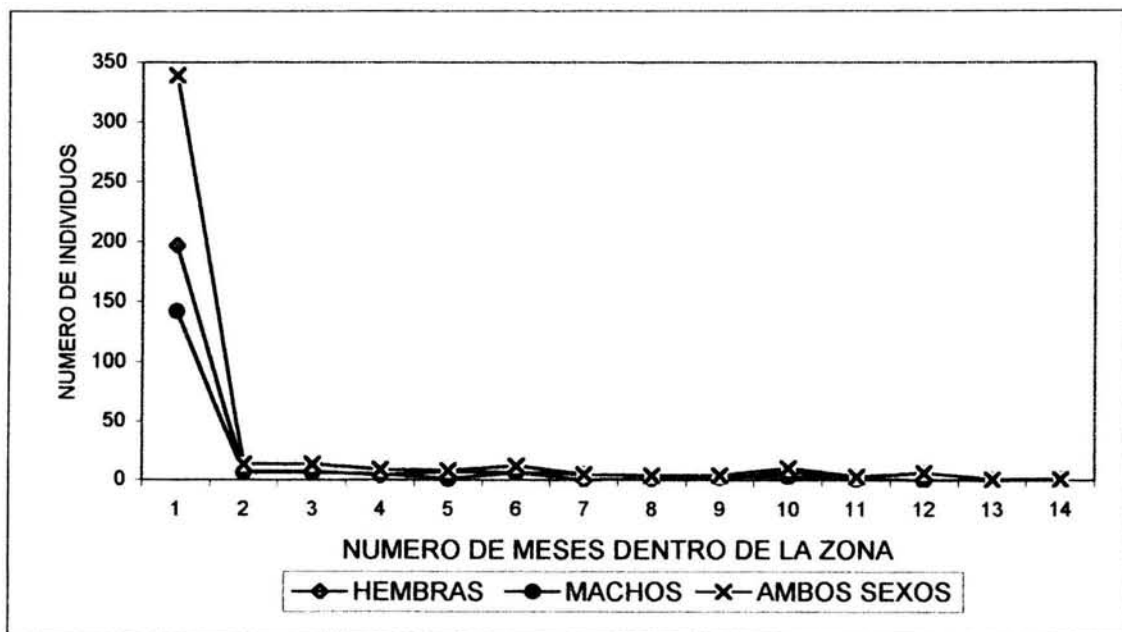


Figura 8. Residencia de *Liomys pictus* en la zona conservada (A) y en la zona perturbada (B) de un Bosque Tropical Caducifolio de la zona costera de Oaxaca.

Para las hembras se obtuvo una biomasa de 9646 g/ha, que equivale al 50.62% del total, con un promedio de 40.7g de peso. Para los machos se registro un total de biomasa de 9408 g/ha, que es igual a un 49.1% del total registrado y con un promedio de 52.5g de peso (Cuadro 12).

Cuadro 11. Biomasa y pesos de *Liomys pictus* en zona conservada de bosque tropical caducifolio en Oaxaca.

TEMPORADA	COLECTA	HEMBRAS		MACHOS		AMBOS SEXOS	
		PESO gramos	BIOMASA g/ha	PESO gramos	BIOMASA g/ha	PESO gramos	BIOMASA g/ha
SECAS	Enero 2002	38.5	462	61	122	41.7	584
	Febrero 2002	43.7	350	39.2	196	42	546
	Marzo 2002	36.8	221	42.7	470	40.6	691
	Abril 2002	47.25	189	42.6	213	44.6	402
	Mayo 2002	42.3	508	41.2	701	41.6	1209
LLUVIAS	Julio 2002	42.5	468	47.5	570	45.1	1038
	Agosto 2002	41.3	951	49	1029	45	1980
	Septiembre 2002	40.9	942	50.9	1222	46	2164
	Octubre 2002	44.2	619	49.7	647	46.8	1266
SECAS	Diciembre 2002	47	282	53.6	644	51.4	926
	Enero 2003	47.3	473	47.8	861	47.6	1334
	Febrero 2003	37.37	299	49.4	643	44.8	942
PESO PROMEDIO		42.07		47.83		45.1	
TOTAL			5764		7318		13082
PORCENTAJE			43.50%		56.50%		

Cuadro 12. Biomasa y pesos de *Liomys pictus* en zona perturbada de bosque tropical caducifolio en Oaxaca.

TEMPORADA	COLECTA	HEMBRAS		MACHOS		AMBOS SEXOS	
		PESO gramos	BIOMASA g/ha	PESO gramos	BIOMASA g/ha	PESO gramos	BIOMASA g/ha
SECAS	Enero 2002	40.29	1128	61.45	676	46.25	1804
	Febrero 2002	39.77	875	51.833	622	44.02	1497
	Marzo 2002	38.15	763	48	384	40.96	1147
	Abril 2002	37.56	338	34.66	208	36.4	546
	Mayo 2002	38.68	851	46.75	561	41.52	1412
LLUVIAS	Julio 2002	41.35	951	51.47	617	44.8	1568
	Agosto 2002	41.87	963	50.66	760	45.34	1723
	Septiembre 2002	40.46	1052	55.41	1718	48.59	2770
	Octubre 2002	41.47	705	55.75	1338	49.82	2043
SECAS	Diciembre 2002	42.24	718	55	880	48.42	1598
	Enero 2003	41	656	51.21	973	46.54	1629
	Febrero 2003	46.14	646	51.61	671	48.77	1317
PESO PROMEDIO		40.7		52.5		45.8	
TOTAL			9646		9408		19054
PORCENTAJE			50.62%		49.11%		

DISCUSION

Densidad poblacional

Aunque no hubo análisis sobre suelo y vegetación, se asume que ambos sitios de muestreo cuentan con características similares en cuanto a suelo, vegetación y clima; ambas zonas se localizaban a más de un kilómetro de distancia entre sí, por lo que se descarta la posibilidad del intercambio de individuos.

Para ambas zonas de estudio se alcanzaron valores del índice de trampeo arriba del 50%, por lo que se cumple el supuesto del Método del Número Mínimo de Individuos Vivos (MNIV) en lo referente a que la mayoría de los individuos fueron capturados durante los muestreos, por lo que se consideran muestras confiables para estimar la población (Hilborn, *et al*, 1976).

Los resultados indican que *L. pictus* fue la especie más abundante dentro de la comunidad de pequeños mamíferos en el bosque tropical caducifolio, tal como sucede en Chamela, Jalisco y en la Sierra de Huautla, Morelos (López-F. *et al* 1971; Collett, 1975; Briones, 1991, 1996; Romero, 1993; García, 1999, 2002). Así mismo, el intervalo poblacional (28 a 106 ind/ha y 54 a 142 ind/ha) se encuentra dentro de los reportados para esta especie (2 a 191 ind/ha).

L. pictus, sigue un patrón similar para ambas zonas (Fig. 2), en donde aumenta al final de la temporada seca y alcanza los valores máximos durante la temporada de lluvias para después disminuir en la siguiente temporada; hay diferencias en el mes cuando se alcanzan los picos poblacionales, ya que es obtenido durante agosto de 2002 con 106 ind/ha para la zona conservada y un mes después, en septiembre de 2002 con 142 ind/ha en la zona perturbada. Estos cambios estacionales de la densidad poblacional en relación a la temporada seca y lluviosa también se ha reportado en otros estudios: el aumento en la densidad poblacional durante la temporada de lluvias coincide con lo reportado por García (1999) en Morelos, en dos zonas con diferente grado de perturbación y en diversos estudios llevados a cabo en Jalisco (Briones, 1991, 1996, Romero, 1993; Vázquez, *et al*, 2000), así como en Panamá, Venezuela y Costa Rica en selvas secas

(Fleming, 1971, 1974; O'Connell, 1989) y para otros heterómidos que habitan en bosques menos estacionales (Fleming, 1974; Sánchez-Cordero, 1993).

En estos estudios hay una variación del mes donde se da el pico máximo de la población, con un rango de cuatro meses, algunos reportes indican un pico poblacional en el mes de junio y otros lo marcan en el mes de septiembre, lo que sugiere que a pesar que las poblaciones de *Liomys* siguen un patrón similar al mostrar los aumentos en la densidad poblacional durante la temporada de lluvias, hay diferencias en cuanto a presentar los picos máximos poblacionales entre los años y entre las zonas de estudio, como consecuencia de las características ambientales donde viven, como son el inicio en las épocas secas y húmedas, la precipitación y por tanto, en el momento de los picos de la disposición del alimento (Sánchez-Cordero y Fleming, 1993).

Un hecho importante en los cambios de la densidad poblacional es la disposición de alimento en la zona, ya que es un factor que determina en gran medida la composición en la cantidad de individuos en una zona particular. En diversos estudios llevados a cabo con heterómidos de desierto (Brown y Harney, 1993), bosques húmedos (Sánchez-Cordero, 1993; Sánchez-Cordero y Fleming, 1993) y en roedores de bosques templados (Vázquez, *et al*, 1999-2000; Chávez y Gallardo, 1993) se ha observado que hay una relación entre la densidad poblacional y la cantidad de frutos y semillas en los suelos de las áreas muestreadas, lo que a su vez se encuentra relacionado con la temporada de mayor precipitación en la zona, debido a que la precipitación es un agente que determina los periodos de productividad de los bosques, causando una alta disponibilidad del alimento (Fleming, 1971, 1974; Adler, 1994; Briones, 1996; Mendoza, 1997).

En particular, en el bosque tropical caducifolio, la temporada de lluvias de inicia en el mes de junio y termina en el mes de octubre, los periodos de fructificación y producción de semillas se dan en esta temporada y se mantienen durante la época seca (Bullock y Solis, 1990), a mediados de la temporada de lluvias se presenta el incremento de la densidad poblacional en este estudio para ambas zonas (Fig. 2), lo que hace suponer que también hay una relación de la densidad

poblacional y la cantidad de alimento y en particular de la precipitación si se hace una correlación con estudios fenológicos de bosques tropicales secos y húmedos (Álvarez, 1985; Carabias, 1985; Bullock, y Solis, 1990).

Los picos máximos en la densidad poblacional registrados en la temporada de lluvias en agosto y septiembre de 2002 para ambas zonas de estudio (Fig. 2), coincide también con el mayor reclutamiento de individuos, principalmente adultos de áreas cercanas hacia cada zona de estudio (Figura 7 A y 7 B), lo que hace suponer que para este lugar, la entrada vía emigración de adultos es un factor importante para los cambios en la densidad poblacional (O'Connell, 1989); estos movimientos pueden ser por cuestiones de reproducción o alimentación, ya que se ha reportado que una de las causas de movimiento de los individuos es la búsqueda de alimento, (Mendoza, 1997; Galindo-Leal, 1998).

Esta simultaneidad entre el aumento en la densidad poblacional y los periodos de mayor reclutamiento, también ha sido reportada en estudios de demografía poblacional en selvas secas (Briones, 1991,1996; Romero, 1993), bosques húmedos (Sánchez-Cordero, 1993) y zonas desérticas (French, *et al*, 1974; Zeng y Brown, 1978).

Cuando hay variaciones perjudiciales en el hábitat se ha visto una serie de consecuencias sobre las poblaciones de pequeños mamíferos ayudados en parte por sus hábitos alimentarios (Fa y Sánchez, 1993; Cuarón, 2000; Laidlaw, 2000; Malcom y Ray, 2000). *L. pictus* se ha registrado en áreas perturbadas de Bosques tropicales caducifolios y templados, así como en zonas cercanas a cultivos (García, *et al*, 2002 Vázquez, *et al*, 2000) además, existen antecedentes de que esta especie incluye una variedad considerable de semillas dentro de su dieta, por lo que tiene alternativas para su alimentación en caso de que falte algún tipo de semilla en particular, por lo que puede tolerar cambios en el ambiente en que vive en comparación con otras especies que son más especialistas en su alimentación (Pérez, 1978, Briones, 1991; Mendoza, 1997; Domínguez, 2000; Hernández, 2000).

Contrario a lo que se esperaba, a lo largo del estudio se encontró dentro de la zona perturbada una mayor captura de animales y densidad poblacional en comparación con el área conservada, posiblemente como consecuencia de que en esta zona exista mayor productividad. En estudios de los bosques tropicales después de que han sido talados, se ha visto que la productividad primaria puede ser substancialmente alta en estos ecosistemas perturbados y que su productividad durante los primeros años después de la quema o tala, es usualmente buena como resultado del aumento de nutrientes, luz y disponibilidad de agua dentro del área (Maass, 1995; Canham y Marks, 1985), por lo que el aumento en la abundancia de las especies dentro de la comunidad de pequeños mamíferos, parece ser el resultado de los cambios en el hábitat (Álvarez y Arroyo, 1990, Malcolm, 1997; Utrera, *et al*, 2000).

La estructura de la hábitat es otra causa que también ha sido reportada en los estudios en los cambios poblaciones en lo referente a composición vegetal (August, 1983; Adler, 1986), dado que puede favorecer una variedad de interacciones entre los animales y ambiente. Se habla de la influencia de la estructura del hábitat porque proporciona mayores sitios de refugio y favorece una diversidad de especies vegetales que pueden servir de alimento a los animales residentes (O'Connell, 1989; Ceballos, 1990).

Otra posible causa en el aumento en la densidad poblacional de *L. pictus*, es la estructura de las zonas de estudio, ya que: primero, en esa zona, la superficie no era plana sino que parte del área se encontraba en la ladera de una colina, con pequeñas depresiones, además de abundante vegetación secundaria en forma de arbustos, por los que se formaban microambientes y, segundo, había presencia de caballos así como sus excretas con regular frecuencia dentro de la zona de muestreo, pertenecientes al rancho cercano, donde eran alimentados con semillas de guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), una de las semillas de las cuales se ha reportado que se alimentan las especies de *Liomys* en grandes cantidades (Janzen, 1982, 1982^a, 1986, 1987; Briones, 1991).

Así mismo, dentro del lugar de muestreo se encontraban dos árboles grandes de guanacastle, no siendo así para la zona conservada donde en general, el área era más plana sin árboles de este

tipo, así como tampoco se encontraron animales domésticos dentro del área. Probablemente en la zona perturbada hubo más microhábitats creados por la estructura vegetal y topográfica, en donde los animales encontraron más áreas de refugio y quizá hubo mayor disponibilidad de semillas en los suelos proporcionadas por los árboles y por las excretas de los caballos.

La posible alta productividad de la zona perturbada, aunado a las particularidades del área en cuanto a microhábitats, pudieron contribuir a que este sitio fuera un lugar con más disponibilidad de alimento y refugio, por lo que estos pueden ser factores que favorecen el aumento en la densidad poblacional de *L. pictus* en la zona perturbada.

Dado el doble papel que tienen los individuos del género *Liomys* dentro de la estructura vegetal de los bosques caducifolios como un agente dispersor y depredador de semillas, los cambios en la dinámica poblacional de este roedor son de gran importancia sobretodo para aquellas especies vegetales de las cuales se alimenta.

Se ha reportado en diversos estudios, que cerca del 20% de especies vegetales son transportadas por este roedor y de las cuales consume una gran cantidad, por lo que contribuye al establecimiento de las especies, así como a la estructura y a la regeneración del bosque (Janzen, 1971, 1982, 1982^a, 1986; Domínguez, 2000; Hernández, 2000) para este caso, el aumento en la densidad poblacional de *L. pictus* puede ayudar en la regeneración de las zonas perturbadas debido al transporte de las semillas.

Habrá que realizar estudios más prolongados o continuar en años siguientes, para observar si la población continúa en aumento en los siguientes años, si disminuye como consecuencia de la disminución de la productividad de la zona a lo largo del tiempo, o bien, si se mantiene la población similar con la densidad de este año de muestreo.

Estructura de edades

Los resultados indican que la población de *L. pictus* se compone en su mayoría de adultos tanto hembras como machos en las dos zonas de muestreo. El número de individuos y el porcentaje de

jóvenes, subadultos y adultos machos no difiere con su respectiva categoría de edad en las hembras, en comparación de la zona perturbada donde los jóvenes hembras son mas abundantes (14%) que los jóvenes machos (4%), así como los adultos machos (90%) en comparación de los adultos hembras (79%).

El encontrar que la población se compone principalmente de adultos, concuerda con estudios llevados a cabo en la zona de Chamela, Jalisco y Morelos con especies de *Liomys* (Briones, 1991, 1996; Romero, 1993; García, 1999), con otros heterómidos (Fleming, 1970, 1974; Sánchez-Cordero, 1993), así como en roedores de ambientes templados (Sánchez y Canela, 1991; Chávez y Gallardo, 1993; Vázquez, *et al*, 1999-2000).

El efecto de la perturbación de la zona se ve reflejada en los cambios de los porcentajes de jóvenes hembras y adultos machos, los cuales son mayores en la zona perturbada, tal vez esto se deba a que en la zona perturbada exista una mayor y más continua actividad reproductiva, evidenciada por el aumento en el reclutamiento de jóvenes muy posiblemente nacidos *in situ* y de adultos emigrantes.

En estudios llevados a cabo en zonas en diferente tipos de ambientes, reportan cambios en la estructura de edad de las especies cuando hay un modificación de medio, sobre todo hay un aumento en la cantidad de jóvenes dentro de las poblaciones (García, 1999; Vázquez, *et al*, 2000; Nup y Swihart, 1996) así como un aumento en el porcentaje de adultos (Adler, 1994).

Las cantidades menores de jóvenes y subadultos dentro de las poblaciones, probablemente se deba por un lado, a que los jóvenes no salen de sus nidos hasta después de cierto tiempo, y los subadultos pueden encontrar alimentación de las semillas almacenadas dentro de sus madrigueras (Domínguez, 2000; Hernández, 2000) o del transporte de otros individuos por medio de los abazones y, por otro lado al rápido crecimiento que tiene esta especie (Pérez, 1978), donde es de esperarse que entre las sesiones se trampeo los jóvenes y subadultos hayan crecido hasta ser adultos; de los jóvenes que se registraron en este estudio en un determinado periodo de colecta, ya se catalogaban como adultos en sus recapturas en uno o dos periodos siguientes.

La estructura de edades dentro de ambas zonas puede estar determinado en parte por la edad de los individuos que ingresan a estas poblaciones, ya que la mayoría de los individuos reclutados en este estudio son adultos, por lo que contribuye a un mayor porcentaje de esta categoría en las poblaciones.

Otro factor que también interviene es la dispersión de los individuos, en reportes que tratan sobre el área de actividad o movilidad de las especies de heterómidos, indican que los individuos se mueven en busca de alimento y nuevos territorios, además de que los machos recorren mayores distancias y tienen áreas más grandes que las hembras. En este estudio, hay menor presencia de machos subadultos y jóvenes en ambos sitios, probablemente como consecuencia de salidas de la zona en busca de nuevos espacios (Collett, et al, 1975; Quintero, 1989; Diffendorfer, et al, 1995, Hernández, et al, 2003).

Proporción de sexos

En la zona conservada la proporción de sexos final fue de 1:1, lo que indica que por cada macho hay una hembra; no hay un patrón definido durante la primera temporada seca con respecto a la proporción de sexos, ya que varía en cada periodo de colecta; en donde se aprecia un cambio evidente en la proporción es durante la segunda época seca favoreciendo a los machos, temporada en la cual hay un bajo reclutamiento de hembras en la zona.

En la zona perturbada la proporción total de sexos está sesgada significativamente hacia las hembras tomando en consideración el valor de todas las capturadas, también se encontró una desviación significativa hacia las hembras durante la primera temporada seca; en cuanto a la temporada de lluvias hay variaciones en los cuatro periodos de colecta, probablemente como consecuencia del movimiento de los individuos hacia las zonas muestreadas, debido a que durante esta temporada del año se encuentran los mayores valores de reclutamiento si excluimos al primer mes de colecta, dado que todos los individuos que se capturaban se consideraron como nuevos en la zona.

La proporción de sexos puede estar en relación con el reclutamiento de uno u otro sexo vía emigración o por nacimientos; en este estudio el reclutamiento de jóvenes indica que en la zona conservada (donde la proporción es 1:1), la entrada no varía entre ambos sexos, en comparación con el área perturbada (en la cual la proporción se inclina hacia las hembras 1: 0.75) donde el reclutamiento es mayor para las hembras que para los machos jóvenes (35% para hembras y 8% para los machos); Romero (1993) indica que para *L. pictus*, la proporción de sexos al nacimiento podría ser de 1:1 debido a que el reclutamiento es similar para hembras y machos y después intervienen otros factores que sesgan la población, como la dispersión de sexos, depredación o la trampofilia, variables que pueden afectar a las poblaciones.

Otro factor que interviene en la proporción de sexos es la estancia de los organismos dentro de los cuadrantes; en la zona perturbada hay una permanencia más prolongada de las hembras, que junto con un mayor reclutamiento contribuye a que haya una mayor presencia de individuos de este sexo en el área, ya sea porque los nuevos se suman a los residentes o porque éstos permanecen por más tiempo en la zona de estudio, lo que aumenta las posibilidades de ser capturados dentro del espacio muestreado.

A través de los diferentes estudios se ha visto que la proporción de sexos difiere, ya que en el área de Chamela, Jalisco, se ha reportado una proporción de 1:1 (Ceballos, 1990; Briones, 1991, 1996; García, 1999) o sesgada hacia las hembras (Briones, 1991; Romero, 1993; Vázquez, *et al*, 2000; Becerra, 2002), y en el área de Costa Rica, la proporción es de 1:1 para *L. salvini* y *Heteromys desmarestianus*, y *L. adpersus* en Panamá (Fleming, 1970, 1971, 1974). Estas diferencias en la proporción de sexos en los diferentes sitios de estudio, muestran que hay variaciones en las poblaciones según los habitats particulares y los tiempos en que se realicen los estudios, es decir, hay variaciones interanuales y locales entre las poblaciones, ya que en una misma zona geográfica como Chamela, Jalisco, hay variación en la proporción de sexos según los años en que se lleven a cabo. En estudio poblaciones en condiciones de ambientes alterados o perturbados se ha visto que los efectos son variados; Vázquez y colaboradores (2000) reporta que en zonas conservadas de bosque mesófilo de Las Joyas, Jalisco, la proporción de sexos de

Peromyscus aztecus y *Reithodontomys fulvescen* se ve favorecida hacia los machos, mientras en las áreas perturbadas aledañas el sesgo se inclina hacia las hembras.

Los resultados obtenidos en este estudio difieren con los datos obtenidos para *L. pictus* en la zona perturbada de las Joyas, Jalisco (1:1 en la zona perturbada), al igual que lo reportado en Morelos (García, 1999), donde no hay cambio en la proporción de sexos en las zonas más perturbadas para *L. irroratus*; sin embargo, en este estudio los resultados muestran que si hay un cambio para *L. pictus*, al encontrarse el sesgo hacia las hembras en la zona perturbada: 1:0.75, en comparación con la zona conservada donde la proporción es de 1:1, lo que sugiere que al menos en este lugar y en este tiempo, la perturbación del ambiente afecta significativamente a la población en cuanto a la proporción de sexos.

Actividad reproductiva

A la largo de las tres temporadas de estudio, hay al menos un individuo con signo de actividad sexual en ambas áreas para las hembras (Cuadros 6 y 7) , lo que hace suponer que la actividad sexual se realiza en todo el año para ambas zonas de muestreo, continua para la zona perturbada y de manera discontinua en la zona conservada.

Los machos activos también se presentan a lo largo de todo el estudio en ambas áreas de muestreo, salvo al final de la temporada seca, en la zona perturbada, que coincide con el periodo de menor cantidad de individuos capturados en esta área durante todo el estudio; estos resultados apoyan la continuidad de la actividad reproductiva para *L. pictus* para ambas poblaciones, aunque con mayor concentración en la temporada de lluvias, lo que a su vez concuerda con el incremento en la densidad poblacional y con un aumento en la entrada de machos a la zona.

En estudios previos en especies de *Liomys*, se ha reportado diferencias en las épocas de reproducción; Ceballos (1990), Romero (1993) y Briones (1991, 1996) registran en sus resultados actividad reproductiva en ambas temporadas, pero con mayor concentración durante la temporada seca. En la zona de Panamá y Costa Rica se ha reportado la actividad reproductiva en la época

seca, en la cual hasta un 100% de los individuos están en condición reproductiva (Fleming, 1970, 1971, 1974), atribuida principalmente a los periodos de mayor concentración de semillas.

En diversos estudios se ha comprobado la relación entre la actividad reproductiva y la disposición del alimento. Cuando hay abundancia del recurso alimenticio, se ha reportado que dentro de las poblaciones, las hembras tienden a presentar a más temprana edad el primer periodo reproductivo, a presentar periodos de nacimientos anticipados en comparación con zonas sin abundancia del alimento, además de presentar las mayores cantidades de hembras reproductivas (O'Connell, 1989; Duquette y Millar, 1995).

Romero (1993) también señala que en las épocas de sequía prolongada, las hembras tienden a reducir los eventos de reproducción como consecuencia de la disminución del alimento. Por su parte, Fleming (1970; 1971; 1974) señala un periodo reproductivo estacional para *L. salvini* en Costa Rica y *L. adpersus* en Panamá, presentándose durante la época seca, donde hay mayor disponibilidad y cantidad de frutos y semillas en el suelo de los bosques estudiados. En otros estudio realizados con heterómidos de desierto (Zeng y Brown, 1987; Brown y Harney, 1993), roedores de bosques templados (Vázquez, *et al*, 1999-2000 ; Sánchez y Canela, 1991) así como con roedores de bosques tropicales húmedos (Sánchez-Cordero, 1993) también se ha registrado una relación estrecha entre los periodos de alta disponibilidad del alimento con los periodos de mayor concentración de la actividad reproductiva.

En los bosques tropicales caducifolios, la caída de frutos y semillas se da en la segunda mitad de la temporada de lluvias y se mantiene en la temporada de secas (Bullock y Solis, 1990), lo que coincide con las etapas de mayor presencia de hembras lactantes encontradas en este estudio (Obs. personal). La coincidencia de encontrar la mayor cantidad de hembras en etapa de gestación o lactantes con la etapa de mayor disposición de frutas y semillas en el suelo de los bosques, es importante ya que ayuda a sostener los altos niveles energéticos de la crianza y del periodo de lactación y concluir exitosamente el ciclo reproductivo (Randolph, *et al*, 1977; Millar 1978, 1979), así mismo, se ha visto que las hembras gestantes o lactantes tienen menores áreas de actividad y

permanecen en el espacio donde hay una mayor cantidad de alimento, es por eso que no tienen necesidad de salir de su territorio y por tanto, tienen alta probabilidad de ser capturadas en el área de muestreo (Collett, *et al*, 1975; Quintero, 1989; Hernández, *et al*, 2003). En este estudio se encontró que los picos de actividad reproductiva de las hembras se ubicaron en ambas temporadas secas, tanto en la zona conservada como en la perturbada y en menor proporción en la temporada de lluvias, tal vez como consecuencia de tener disponibilidad de alimento en los suelos de los lugares muestreados durante la época seca.

En lo referente a la perturbación del ambiente sobre la reproducción, se encontró que es mayor y más continua la actividad reproductiva en la zona perturbada en comparación del área conservada, tal vez como consecuencia de una mayor productividad de la zona perturbada. Vázquez y colaboradores (1999-2000, 2000) indican un aumento de hembras preñadas de *Reithodontomys fulvescens* en la zona perturbada de bosque mesófilo en las Joyas Jalisco; García (1999) reporta que la proporción de hembras activas de *L. irroratus* fue mayor y más continua en un área poco alterada de Selva seca en Morelos, como consecuencia de una mayor diversidad vegetal y disponibilidad de semillas dentro del área poco perturbada.

Reclutamiento

En ambas áreas, hay una alta proporción de reclutas al final de la temporada seca y durante la temporada de lluvias, que son en su mayoría adultos. Otro bloque de entrada de individuos nuevos a la población es en los primeros periodos de colecta, al comienzo de la temporada seca, esto es comprensible dado que es cuando comienza el estudio y todos los animales que se capturan se registran como nuevos. El aumento de individuos reclutados a las áreas muestreadas en la temporada de lluvias coincide con el incremento en la densidad poblacional de este roedor para ambas zonas de estudio, pero no se ve reflejada en un aumento evidente en la cantidad de hembras con actividad sexual como en otros estudios poblacionales, donde se correlacionan los máximos de densidad poblacional, reclutamiento y actividad reproductiva en la temporada de lluvias (Briones, 1991; Romero, 1993), por lo que probablemente las hembras reclutadas eran

inactivas. Sin embargo, sí se aprecia para los machos activos, quienes presentan los picos máximos en estas tres variables poblacionales durante la temporada de lluvias para ambas zonas. Uno de los motivos del movimiento en los individuos de un área a otra es para reproducirse, probablemente para estas zonas los machos entren en mayor cantidad, para aparearse con las hembras locales y por tanto las hembras no tienen que trasladarse de su área hacia otra para esta función (Quintero, 1989; Diffendorfer, *et al*, 1995).

En la zona perturbada, es más constante y abundante la entrada de adultos, sin embargo, a mediados de la primera mitad de la temporada seca y comienzo de lluvias (febrero a julio de 2002), se incorporaron más individuos hembras jóvenes que subadultos y adultos (Fig. 7 B), lo que indica que en este tiempo, el reclutamiento de hembras es a través del nacimiento y después, durante la temporada de lluvias y la segunda temporada seca, es a través de la emigración de individuos adultos; los reclutas machos de esta zona son adultos a lo largo de todo el año, lo que indica que la entrada de este grupo de animales es a través de la emigración.

La vía de emigración de los organismos también se presenta en la zona conservada, donde la mayoría de los individuos reclutados tanto hembras como machos son adultos a lo largo de todo el año, lo que enriquece la variabilidad de la población local con individuos de poblaciones cercanas.

La mayor cantidad de adultos que entran a la población ya sea para reproducirse, en busca de alimento, para ampliar su territorio o debido a la distancia que cada sexo recorre o por su área de actividad, coincide con otros estudios donde también se encuentran más adultos reclutados que jóvenes o subadultos en las zonas estudiadas (Briones, 1991; Romero, 1993; Sánchez-Cordero, 1993; Adler, 1994).

El reclutamiento diferencial de machos y hembras en determinadas épocas del año parecen influir en la proporción de sexos, estructura de edades y densidad poblacional dentro de las poblaciones de *L. pictus*.

Residencia

Los resultados indican que las hembras de zona perturbada tuvieron estancias más prolongadas, en esta área se obtuvo el valor mayor de permanencia, que fue una hembra con 14 meses de residencia; así mismo, es en esta zona donde hay mayor captura de hembras en comparación de los machos. Por su parte, los machos para esta zona llegaron a los 11 meses de permanencia, factor que también contribuye a la baja proporción de este sexo para este lugar. Otros estudios también han reportado que las hembras se mantienen por más tiempo que los machos en las zonas de estudio y pueden llegar hasta 17 meses de permanencia dentro de las zonas de estudio, (Briones, 1991; Romero, 1993; García, 1999; Hernández, *et al*, 2003). En la zona conservada la permanencia fue similar en ambos sexo, pues alcanzaron el mismo tiempo de permanencia, 13 meses de residencia en la zona de estudio.

El alto porcentaje de residencia de un mes para ambas zonas de muestro, indica que hay una alta proporción de individuos en movimiento, que entran o salen de las áreas; estos movimientos puede ser debido a que los individuos solo estuvieron de paso, que emigraron en busca de un nuevo territorio o para ampliar el ya existente o bien, porque hay una alta tasa de mortandad, debido principalmente a que los roedores pudieron haber sido depredados por animales de la zona y en consecuencia no se volvieron a capturar (Sánchez-Cordero y Fleming, 1993).

En este estudio se reporta una baja proporción de individuos que alcanzan el año de permanencia, con dos hembras y un macho en la zona conservada y con ocho hembras para la zona perturbada; así mismo, son pocos los individuos que alcanzan estancias arriba de los 12 meses en las dos áreas que son en su mayoría hembras. Fleming (1971) reporta que un 25% de su población sobrevive hasta un año y que siete de los individuos tenían entre 15 y 16 meses de edad al momento de ser capturados para *L. adpersus* en un bosque caducifolio de Panamá. En la zona se Chamela Jalisco y Morelos, se ha reportado que son las hembras de *L. pictus*, las que alcanzaron mayores estancias dentro de las zonas con un intervalo de dos a 17 meses de permanencia (Briones, 1991, 1996; Romero, 1993; García, 1999).

En estudios de permanencia con heterómidos de selvas poco estacionales se ha observado que los individuos tienen mayor tiempo de permanencia y sobrevivencia que los heterómidos de zonas secas, tal vez como consecuencia de una mayor productividad por periodos más largos en zonas más húmedas (O'Connell, 1989; Sánchez-Cordero y Fleming, 1993; Hernández, *et al*, 2003) , por lo que los individuos no se ven en la necesidad de salir del área en busca de alimento. Otro factor que interviene es la duración del estudio y el área que abarca la zona de muestreo, ya que entre más largo sean los estudios y más amplios sean los cuadrantes, se puede realizar un mejor seguimiento de la estancia de los individuos en la zona, ya que hay diferencias en el área de actividad entre los sexos y entre las especies; además de que los individuos pueden salir temporalmente de la zona de estudio y comprender más espacio de la que se está muestreando como se ha sugerido en otros estudios (Sánchez-Cordero y Fleming, 1993; Romero, 1993).

Biomasa

Los datos indican que el peso corporal está en relación con la actividad reproductiva, ya que el peso promedio de las hembras es ligeramente mayor en la zona conservada (42.07 g) que en la zona perturbada (40.7 g), esto quizá es debido a que las hembras de la zona perturbada invierten su energía en el proceso de la reproducción en lugar del crecimiento, ya que en esta área hay un mayor porcentaje de hembras activas totales (38%) en comparación con la zona conservada (32%), además de presentar mayor continuidad en la actividad reproductiva a lo largo del estudio. La pérdida de peso como consecuencia de la actividad reproductiva también ha sido reportada para *L. pictus* (Becerra y Chavez, 2002) y heterómidos de desierto (Kenagy, 1973; Zeng y Brown, 1987).

Diversos estudios indican que hay un alto costo energético durante la etapa reproductiva, principalmente durante el periodo de lactancia de las especies, hecho que puede explicar el porque es más bajo el peso de las hembras de la zona perturbada. Ya que para asegurar un éxito reproductivo, estos animales pueden invertir más energía en el mantenimiento de la actividad

reproductiva en lugar del desarrollo corporal (Randolph, *et al*, 1977; Millar, 1978, 1979; Benabib, 1993).

Los machos también varían en el peso corporal, ya que los individuos de la zona perturbada son más grandes que los de la zona conservada (52.5 g contra 47.83 g en la zona conservada), tal vez se deba a que los machos son más territoriales y menos tolerantes a otros individuos que las hembras y por tanto hacen mejor uso de los recursos alimenticios dentro de las dos zonas muestreadas, así como una mejor posesión de hembras cuando son pocos individuos y más grandes, por lo que no permitan la entrada a la población de otros machos con los cuales tenga que competir por los recursos, este argumento se ve apoyado por la baja cantidad de reclutamiento de machos totales en la zona perturbada en comparación con los de la zona conservada (Fleming, 1974; Quintero, 1989; Jones, 1993).

En trabajos sobre la influencia de la perturbación sobre el peso y biomasa, han encontrado un aumento en la biomasa y peso de los individuos de la zona (Malcolm, 1997; Nup y Swthart, 1998), en este estudio no se da esta respuesta en las hembras, donde al contrario hay disminución del peso, sin embargo si se aprecia en un aumento los machos, tal vez como consecuencia de la actividad reproductiva.

Los resultados indican que la biomasa general se encuentra relacionada a la densidad poblacional, es decir, hay una mayor biomasa y mayor densidad poblacional en la zona perturbada (19 054 g/ha y un rango de 54 a 142 ind/ha) en comparación con el área conservada (13 082 g/ha y un intervalo de 28 a 106 ind/ha); así mismo, las variaciones en cuanto a la presencia de los picos máximos y mínimos de la biomasa también se correlacionan con los respectivos de la densidad poblacional para cada área de muestreo dentro del bosque tropical.

Son escasos los reportes de biomasa y peso para esta especie; en la zona de Chamela Jalisco, el peso corporal reportado por Romero (1993) con 44.51 g es similar al encontrado en este estudio con 45.1 y 45.75 g para ambas zonas y, es mayor al reportado por García (1999), para *L. irroratus* con 36.7 g en una zona poco alterada y 36.3 g en una zona alterada en el estado de Morelos;

Vázquez y colaboradores (2000) indican que *L. pictus* tiene un promedio de 48.7 g en zonas de agricultura y claros de bosque abandonado en las Joyas, Jalisco. Para la zona de Costa Rica, las hembras de *L. salvini* son más pequeñas (36.9 g) y los machos son más grandes (51.0 g) que las reportadas aquí (Fleming, 1974).

Estos resultados indican una variación entre las poblaciones y entre las especies, ya que algunas especies son más grandes que otras, de igual manera, hay diferencias en cuanto a la variación anual sobre la disponibilidad del alimento dentro de las zonas reportadas según la periodicidad de las precipitaciones locales y la cantidad y disponibilidad de alimento, por lo que los individuos presentan diferencias en relación a su peso corporal asociadas a estas variables (Fleming, 1974; Eisenberg, 1980).

CONCLUSIONES

Pese a que hay estudios poblacionales de pequeños mamíferos, son escasos los estudios de los efectos de la perturbación del ambiente sobre las variables poblacionales y reproductivas de *L. pictus*, y aún menos para el estado de Oaxaca; este trabajo demuestra la influencia de los cambios en el ambiente del bosque tropical caducifolio sobre una especie en particular, que es de importancia para la dinámica del bosque, debido a la influencia sobre la estructura vegetal por su papel como agente dispersor y depredador de un gran número de semillas.

Los resultados indican que las densidades poblacionales de *Liomys pictus* en el bosque tropical caducifolio de Oaxaca, aumenta paulatinamente hasta llegar a sus picos máximos durante la temporada de lluvias para los dos sitios muestreados. En ambas zonas la población se compone de adultos y en menor proporción de jóvenes y subadultos, siendo la vía de emigración de adultos un factor en la densidad poblacional y en la proporción de sexos. Las poblaciones se componen en su mayoría de machos activos y de hembras inactivas para ambas zonas, con actividad reproductiva durante las tres temporadas, aunque más evidente en la zona perturbada.

Las diferencias de la temporada seca y lluviosa dentro del bosque tropical caducifolio conservado influyen significativamente en la densidad poblacional, mayor durante la temporada de lluvias, así como en mayor cantidad de hembras activas en época seca y, cambios en la proporción de sexos, inclinada hacia los machos durante la segunda temporada seca. En cuanto a la zona perturbada, hay mayor densidad poblacional durante las lluvias, con picos de hembras activas durante la época seca, mayor cantidad de machos activos en la temporada de lluvias y, un sesgo en la proporción de sexos, hacia las hembras durante la primera estación seca.

Los cambios periódicos de temporada de lluvias y secas trae como consecuencia que se modifiquen los parámetros poblacionales, antes, durante y después de la temporada de lluvias; posiblemente estos cambios se encuentren asociados con la relación entre precipitación y disponibilidad de alimento de los bosques caducifolios.

Los datos obtenidos en este estudio demuestran que hay una similitud de la estructura poblacional de *L. pictus* con otras especies de *Liomys* en la zona de Chamela, Jalisco, Morelos y en el área de Panamá y Costa Rica, cada uno con sus propias particularidades dentro de los cambios anuales de sus poblaciones.

Los resultados obtenidos a lo largo del estudio no apoya del todo la hipótesis original en cuanto a la densidad poblacional y actividad reproductiva, debido a que si bien se presentó el pico poblacional durante la temporada de lluvias, éste no se mantuvo durante la temporada de secas siguientes y tampoco hubo coincidencia con los picos de mayor actividad reproductiva, porque estos se presentaron solo durante la temporada seca, donde se piensa que hay una mayor disponibilidad de semillas para los roedores.

Para confirmar la relación entre las variaciones estacionales del patrón demográfico y la asociación entre la precipitación y la disponibilidad de alimento es necesario realizar estudios posteriores sobre disponibilidad de semillas en los suelos de las áreas muestreadas en este estado.

Contrario a lo que se esperaba, la densidad poblacional presentó cambios entre ambas zonas estudiadas, la influencia que tiene la perturbación del ambiente se ve reflejada en un aumento en la densidad poblacional para *L. pictus*. En esta zona, el aumento en la población de este roedor puede llegar a beneficiar a la estructura vegetal del bosque tropical caducifolio debido al transporte y dispersión de semillas de las cuales se alimenta.

LITERATURA CITADA

Adler, G. H. 1986. Influence of habitat structure on demography of two rodent species in Eastern Massachusetts. *Canadian Journal of Zoology*, 65:903-912.

Adler, G. H. 1994. Tropical forest fragmentation and isolation promote asynchrony among populations of a frugivorous rodent. *Journal of Animal Ecology*, 63(4): 903-91.

Adler, G. H., J. J. Arboledo y B. L. Travi. 1997. Diversity and abundance of small mammals in degraded tropical dry forest of northern Colombia. *Mammalia*, 61(3):361-370.

Álvarez, F. J. y S. Guevara. 1985. Caída de hojarasca en la selva. Pp171-190. En: Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. (A. Gómez Pompa y S. del Amo, eds.) Editorial Alhambra Mexicana Instituto Nacional de Investigaciones sobre recursos Bióticos. Jalapa, Veracruz, México. 421 pp.

Álvarez, T. y J. Arroyo-Cabrales. 1990. Cálculos de captura, densidad y ámbito hogareño de tres especies de roedores en una área de influencia humana en el sureste de Durango, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, 33:185-210.

Arita, T. H. 1993. Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp.109-128. En: Avances en el estudio de los mamíferos de México. (R. A. Medellín y G. Ceballos, eds) Publicaciones especiales, Vol. 1 Asociación Mexicana de Mastozoología. México. D.F.

August, P. V. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology*, 64(6): 1495-1507.

Becerra, C. Y Chávez, C. 2002. Contribución al conocimiento de la Biología de *Liomys pictus*, en el Parque Nacional Huatulco, Oaxaca. Memorias del VI Congreso Nacional de Mastozoología, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C.

Begon, M. 1986. Ecología animal. Modelos de cuantificación de poblaciones. Editorial Trillas México. 134 Pp.

Benabib, M. 1993. Los vertebrados y las historias de vida. *Ciencias*. Número especial 7. Pág. 23-31.

Bolger, D. A. C. Alberts, R. M. Sauvajot, D. Potenza, L. McCalvin, D. Tran, S. Mazzoni y M. Soule. 1997. Responses of rodents to habitat fragmentation in Coastal Southern California. *Ecological Application*, 7(2): 552-563.

Bonoff, M. B. y D. H. Janzen. 1980. Small terrestrial rodents in eleven habitats in Santa Rosa National Park, Costa Rica. *Brenesia*, 17: 163-174.

Briones, S., M. A., 1991. Patrón demográfico y reproductivo de *Liomys pictus*. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 101 pp.

Briones, S., M. A. 1996. Estudio sobre la remoción postdispersión de frutos y semillas por mamíferos de un bosque tropical caducifolio. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

- Brown, J. H. y B. Harney.** 1993. Population and community ecology of heteromyid rodents in temperate habitats. Pp. 618-151. En: biology of the family Heteromyidae. (J.H. Brown y H.H. Genoways, eds). Special Publications American Society of Mammalogists, 10:1-719.
- Bullock, S. H. y A. Solís-Magallanes.** 1990. Phenology of Canopy trees of a tropical Deciduous Forest in Mexico. *Biotropica*, 22 (1):22-35.
- Canham, C. y P. L. Marks.** 1985. The response of woody plants to disturbance: patterns of establishment and growth. Pp. 197-216. En: The ecology of natural disturbance and patch dynamics (S. T. A. Pickett y P. S. White, eds.) Academic Press Inc. Estados Unidos. 472 pp.
- Carabias, J., y S. Guevara.** 1985. Fenología de una selva tropical húmeda y en una comunidad derivada, Los Tuxtlas, Veracruz. Pp.27-66. En: Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. (A. Gómez Pompa y S. del Amo, eds.) Editorial Alhambra Mexicana Instituto Nacional de Investigaciones sobre recursos Bióticos. Jalapa, Veracruz, México. 421 pp.
- Ceballos, G.** 1990. Comparative Natural History of small mammals from tropical forests in western Mexico. *Journal of Mammalogy*, 71(2):263-266.
- Ceballos, G.** 1995. Vertebrate diversity, ecology and conservation in tropical dry forests Pp.195-220. En: Seasonally dry tropical forests (S. H. Bullock, H. A. Mooney y E. Medina, eds). Cambridge University Press.
- Ceballos, G. y A. García.** 1995. Conserving neotropical biodiversity: the role of dry forests in western Mexico. *Conservation Biology*, 9(6):13-19.
- Ceballos, G. y A. Miranda.** 1986. Los mamíferos de Chamela, Jalisco. Instituto de Biología. UNAM. México. 436pp.
- Chavez, T. C. y R. Gallardo.** 1993. Demografía y reproducción de *Neotomodon alstoni* en la Sierra del Ajusco, México. Pp. 317-331. En: Avances en el estudio de los mamíferos de México (G. Ceballos y R. Medellín, eds). Publicaciones especiales, Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Y UNAM. México.
- Chiarello, A. G.** 2000. Density and population size of mammals in Remnants of Brazilian Atlantic Forest. *Conservation Biology*, 14(6):1619-1657.
- Collett, S. F., C. Sánchez-H. K., Shum, Jr., W. R. Teska y R. H. Baker.** 1975. Algunas características poblacionales demográficas de pequeños mamíferos en dos hábitats mexicanos. *Anales del Instituto de Biología, UNAM. México* 46 Serie Zoología, (1):101-123.
- Cuarón, A. D.** 2000. Effects of land cover changes on mammals in a Neotropical region: a Modeling Approach. *Conservation Biology*, 14(4):1676-1692.
- Diffendorfer, J. E., M. S. Gaines, y R. D. Holt.** 1995. Habitat fragmentation and movements of three small mammals (*Sigmodon*, *Microtus* and *Peromyscus*). *Ecology*, 76(3):827-839.
- Dirzo, R.** 1992. Diversidad florística y estado de conservación de las selvas tropicales de México. Pp 283-290. En: México ante los retos de la biodiversidad. (J. Sarukhan y R. Dirzo eds). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 343 pp.

Falta página

N°

58

- Dirzo, R. y C. A. Domínguez.** 1995. Plant herbivore interactions in Mesoamerican tropical dry forests. Pp. 304- 325 En: Seasonally dry tropical forests (S. Bullock, H. Mooney y E. Medina, eds). Cambridge University Press.
- Domínguez, C. Y.** 2000. Estructura y contenido de las madrigueras de *Liomys pictus* en la selva mediana subperennifolia, en la estación de Biología Chamela, Jalisco. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala. UNAM. 86 Pag.
- Dunstan, C. E. y B. J. Fox.** 1996 The effects of fragmentation and disturbance of rain forest on ground-dwelling small mammals on the Robertson Plateau New South Wales Australia. *Journal of Biogeography*, 23:187-201.
- Eisenberg, J. F.** 1980. The density and biomass of tropical mammals. Pp. 35-55. En: Conservation Biology (M.E. Soule y B. A. Wilcox, eds.). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 395 pp.
- Fa, J. E. y V. Sánchez-Cordero.** 1993. Small mammal population responses to fire in a Mexican high altitude grassland. *Journal Zoology of London*, 230:343-347.
- Fleming, T.H.** 1970. Notes on the rodent faunas of two Panamanian forest. *Journal of Mammalogy*, 51:473-490.
- Fleming, T. H.** 1971. Population ecology of three species of neotropical rodents. *Miscellaneous publications. Museum of Zoology University of Michigan*, 143:1-77.
- Fleming, T. H.** 1974. The population ecology of two species of Costa Rican heteromyid rodent. *Ecology*, 55(3): 493-561.
- Fleming, T. H.** 1975. The role of small mammals in tropical ecosystem. Pp 269-298. En: Small mammals, their productivity and population dynamics. (Golley, F. B., K. Petruszewicz y L. Ryszkowski, eds) Cambridge University Press, Gran Bretaña.
- Fleming, T. H.** 1977. Respose of two species of tropical heteromyid rodents to reduced food and water availability. *Journal of Mammalogy*, 58(1):102-106.
- Fleming, T. H.** 1979. Do tropical frugiveres compete for food?. *American Zoology*, 19:1157-1172.
- Flores, V. O. y Geres, P.** 1988. Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso de suelo. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos. México. 302 pp.
- French, A. R.** 1993. Physiological ecology of the Heteromyidae economycs of energy and water utilitation. Pp. 509-538. En: Biology of heteromyidae (H. H. Genoways and Brown, eds). Special publications, The American Society of Mammalogists, 10:1-719.
- García, E. C.** 1999. Estudio de dos comunidades de roedores en dos áreas con diferente grado de alteración en el suroeste de Morelos. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México. DF. 107 pp.
- García-Estrada, C., M. L. Romero-Almaraz y C. Sánchez-Hernández.** 2002. Comparison of rodent communities in sites with different degrees of disturbance in deciduous forest of southeastern Morelos, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 85:153-168.

- Hall, E. R.** 1981. The mammals of North America. Vol. 1. Wiley-interscience. New York. pp.589-595.
- Hernández, M. B. del C.** 2000. Caracterización espacial y contenido de madrigueras de *Liomys pictus*, en una selva baja de Jalisco. Tesis de Licenciatura. FES. Iztacala. UNAM. México, 86 pp.
- Hernández, S. F., R. López-Wilchis, J. A. Cimé y S. Medina.** 2003. Área de actividad, movimiento y organización social de *Heteromys gaumeri* Allen y Chapman, 1897 (Rodentia: Heteromyidae) en una selva mediana subcaducifolia de Yucatán, México (n.s.), 90:77-91.
- Hilborn, R., J. A. Redfield y C. J. Krebs.** 1976. On the reliability of enumeration for mark and recapture census of voles. Canadian Journal of Zoology, 54:1019-1024.
- Janzen, D. H.** 1971. Seed predation by animals. Annual Review of Ecology and Systematics, 2:265-492.
- Janzen, D. H.** 1982. Seed removal from fallen guanacaste fruits (*Enterolobium cyclocarpum*), by spiny pocket mice *Liomys salvini*. Brenesia, 19-20: 425-429.
- Janzen, D. H.** 1982a. Removal of seed from horse dung by tropical rodents: influence of habitat and amount of dung. Ecology, 63(6):1887-1900.
- Janzen, D. H.** 1983. Food webs: who eats what, why, how and with what effects in a tropical Forest? Pp 167-182. En: Tropical Rain Forest Ecosystem. A Structure And Function. (F. B. Golley, ed). Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Janzen, D. H.** 1986. Mice, big mammals and seed: it matters who defecates what where. Pp. 251-271. En: Frugivores and seed dispersal. (A. Estrada, y T. H. Fleming, eds). Dr. W. Junk publishers, Dordrecht. The Netherlands.
- Jenkins, S. H., S. W. Breck.** 1998. Differences in food hoarding among six species of Heteromyid rodents. Journal of Mammalogy, 79(4):1221-1233.
- Jones, W. T.** 1993. The social systems of Heteromyid rodents. Pp. 575-595. En: Biology of heteromyidae (H. H. Genoways and Brown, eds). Special publications, The American Society of Mammalogists. 10:1-719.
- Kelt, D. A.** 2000. Small mammals communities in rainforest fragments in Central Southern Chile. Biological Conservation, 92:342-358.
- Kenagy, G. J.** 1973. Daily and seasonal patterns of activity and energetics in a heteromyid rodent community. Ecology, 54(6):1201-1219.
- Krebs, C. J.** 1966. Demographic changes in fluctuating populations of *Microtus californicus*. Ecological Monographs, 36(3):239-273.
- Krebs, C. J.** 1985. Estudio de la distribución y la abundancia. Seg. Edición. Editorial Harla. 753 pp.
- Krebs, C.J., I. Wingate, J. Leduc, J.A. Redfield, M. Taitt y R.H. Hilborn.** 1976. *Microtus* population biology: dispersal in fluctuating populations of *M. townsendii*. Canadian Journal of Zoology, 54:79-95.

Laidlaw, R. K. 2000. Effects of habitat disturbance and Protected Areas on mammals of Peninsular Malaysia. *Conservation Biology*, 14(6):1639-1648.

Laurance, W. F. 1990. Comparative responses of five arboreal marsupials to tropical forest fragmentation. *Journal of Mammalogy*, 71(4):641-653.

López-Forment, W., C. Sánchez-Hernández, B. Villa-Ramírez. 1971. Algunos mamíferos de la región de Chamela, Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología. UNAM. México. Serie Zoología*, 42(1):99-106.

Lynam, A. J. 1997. Rapid decline of small mammal diversity in Monsoon Evergreen Forest fragments in Thailand. Pp 222-239. En: *Tropical Forests Remnants. Ecology management and Conservation of fragmented communities* (W. F. Laurance and R.O. Bierregaard, eds.) The University Chicago Press. Chicago.

Lynam, A. J. y L. Billick. 1999. Differential response of small mammals to fragmentation in a Thai Tropical forest. *Biological Conservation*, 91:191-200.

Maass, J. M. 1995 Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture. Pag. 399-422. En: *Seasonally dry tropical forest* (S. Bullock, H. Mooney y E. Medina, eds). Cambridge University Press. 450 pp.

Magaña, G. C. 1987. Análisis de modelo de captura- recaptura para poblaciones de roedores. Tesis de Licenciatura. ENEP-Iztacala. UNAM. 120 pp.

Malcolm, J. R. 1997. Biomasa and diversity of small mammals in Amazonian Forest Fragments. Pp 207-221. En: *Tropical Forests Remnants. Ecology management and Conservation of fragmented communities* (W.F. Laurance and R.O. Bierregaard, eds.). The University Chicago Press. Chicago.

Malcolm, J. R. y J. C. Ray. 2000. Influence of timber extraction routes on Central African small mammal communities, Forest structure and tree diversity. *Conservation Biology*, 14(69): 1623-1628.

Mendoza, D. M. de los A. 1997. Efecto de la adición de alimentos en la dinámica de poblaciones y estructura de comunidades de pequeños mamíferos en un bosque tropical caducifolio. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 100 pp.

Millar, J. S. 1978. Energetics of reproduction in *Peromyscus leucopus*: the cost of lactation. *Ecology*, 59:1055-1061.

Millar, J. S. 1979. Energetics of lactation in *Peromyscus maniculatus*. *Canadian Journal of Zoology*, 57(5):1015-1019.

Mittermeier, R. A. y C. G. Mittermeier. 1992. La importancia de la biodiversidad Biológica de México. pp. 63-73 En: *México ante los retos de la biodiversidad.* (J. Sarukhan y R. Dirzo, eds). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 343 pp.

McGhee, M.E. y H.H. Genoways. 1978. *Liomys pictus*. En: *Mammalian species*. 83:1-5

Nupp, T. E. y R. K. Swihart. 1996. Effect of forest patch area population attributes of white-footed mice *Peromyscus leucopus* in fragmented landscapes. *Canadian Journal of Zoology*, 74:467-472.

- Nupp, T. E. y R. K. Swihart.** 1998. Effects of forest fragmentation on population attributes of white-footed mice and eastern chipmunks. *Journal of Mammalogy*, 79(4):1234-1243.
- Nupp, T. E. y R. K. Swihart.** 2000. Landscape-level correlates of small mammals assemblages in Forest fragments of farmland. *Journal of Mammalogy*, 81(2):512-526.
- O'Connell, M. A.** 1989. Population dynamics of neotropical small mammals in seasonal habitats. *Journal of Mammalogy*, 70(3):532-548.
- Oyama, K. y F. Espinoza.** 1986. Herbívoros y plantas ¿cómo interactúan? *Ciencias*:38-46.
- Pérez, S. G.** 1978. Observaciones sobre la variación morfológica, alimentación y reproducción de *Liomys pictus*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Quintero, G. y V. Sánchez-Cordero.** 1989. Estudio del área de actividad de *Heteromys desmarestianus* (Rodentia: Heteromyidae) en una selva alta perennifolia. *Anales del Instituto De Biología, UNAM. Serie Zoología*, 60(2):223-240.
- Ramírez-Pulido, J. y Mudespacher, C.** 1987. Estado actual y perspectivas del conocimiento de los mamíferos de México. En: *Ciencias*, 38: 49-67
- Randolph, P. A., C. J. Randolph, K. Mattingly y M. M. Foster.** 1977. Energy costs of reproduction in the cotton rat (*Sigmodon hispidus*). *Ecology*, 58:31-45.
- Romero, A. L.** 1993. Biología de *Liomys pictus*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Romero, A. L.** 2000. Pequeños mamíferos, manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. UNAM. Facultad de Ciencias e Instituto de Biología. México. 151 pp.
- Rzedowski, J.** 1986. Tipos de vegetación de México. Editorial Limusa. México. 132 pp.
- Rzedowski, J.** 1991. Biodiversidad y orígenes de la flora fanerógama de México. *Acta Botánica Mexicana*, 14:3-21.
- Rzedowski, J.** 1992. Diversidad del universo vegetal de México: perspectivas de un conocimiento sólido. Pp 251-257. En: México ante los retos de la biodiversidad. (J. Sarukhan y R. Dirzo, eds). Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 343 pp.
- Sánchez-Cordero, V.** 1993. Estudio poblacional de la rata espinosa *Heteromys desmarestianus* en una selva húmeda en Veracruz, México. . En: Avances en el estudio de los mamíferos de México (G. Ceballos y R. Medellín, eds). Publicaciones especiales, Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Y UNAM. México.
- Sánchez-Cordero, V. y M. Canela.** 1991. Estudio poblacional de roedores en un Bosque tropical de pino del Eje Neovolcánico Transversal Mexicano. *Anales de Instituto de Biología, UNAM. Serie Zoología*, 62(2): 319-340.
- Sánchez-Cordero, V. y T. Fleming.** 1993. Ecology of tropical Heteromyids. Pp. 596-617. En: Biology of heteromyidae (H. H. Genoways and Brown, eds). Special publications, The American Society of Mammalogists. 10:1-719.

Sánchez-Cordero, V., G. Magaña y M. A. Briones. 1997. Modelos de captura-recaptura en cinco especies de roedores. Pp 297-324. En: Contribuciones a la mastozoología, volumen en honor a Ticul Álvarez. (J. Arroyo-Cabrales y O. Polaco, eds) Instituto Nacional de Antropología e Historia e Instituto de Biología, UNAM, México.

Sánchez-Hernández, C., M. L. Romero-Almaraz, H. Colin-Martínez y C. García-Estrada. 2001. Mamíferos de cuatro áreas con diferentes grados de alteración en el sureste de México. *Acta Zoológica Mexicana, nueva serie*, 84:35-48.

Toledo, V. M. 1988. La biodiversidad biológica de México. *Ciencia y desarrollo*, 81:17-36.

Utrera, A., G. Duno, B. A. Ellis, R. A. Salas, N. de Manzione, C. F. Fulhorst, R. B. Tesh y J. N. Mills. 2000. Small mammals in agricultural areas of western llanos of Venezuela: community structure, habitat associations and relative densities. *Journal of Mammalogy*, 81(2):536-548.

Vázquez, L. B., G. N. Camneron y R. A. Medellín. 1999-2000. Hábitos alimentario y biología poblacional de dos especies de roedores en el occidente de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 4:2-2.

Vázquez, L. B., R. A. Medellín y G. N. Camneron. 2000. Population and community ecology of small rodents in montane forest of western México. *Journal of Mammalogy*, 81(1):77-85.

Waters, J. R. y C. J. Zabel. 1998. Abundances of small mammals in fir forest in Northeastern California. *Journal of Mammalogy*, 79(4):1244-1253.

Zeng, Z. y J. H. Brown. 1987. Population ecology of a desert rodent: *Dipodomys merriam*: in the Chihuahuan desert. *Ecology*, 68:1328-1340.